

# REVISTA VERDE

Green Journal

September, 2022 - Volume 1, Number 1

ISSN 2764-9024

doi 10.29327/247369.1.1

# Pandemic & Environment

*Special Release Edition*



<https://revistaverde.escolaverde.org>

## SUMÁRIO

### Expediente

### Editorial

### Artigos

#### **FERRAMENTAS PARA COMUNICAR A URGÊNCIA DE REDUZIR OS IMPACTOS SOCIAIS NA ÁGUA E TERRITÓRIOS**

Mario Buenfil Rodriguez, Rosalinda Uribe Visoso

Páginas: 06-14

#### **PRÁTICA MUNDIAL DE APOIO ESTATAL AO SETOR DE TURISMO EM PAÍSES ESTRANGEIROS NO CONTEXTO DA COVID-19**

Stanislau Arlou

Páginas: 15-23

#### **ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DO MECANISMO DE POTENCIAL DE INVESTIMENTO DA REDE TURÍSTICA EM UMA PANDEMIA**

Evgeniya Alexandrova Blinova, O. T. Ergunova, Luis Molina Almaza, P. V. Bochkov

Páginas: 24-31

#### **AGROECOLOGIA EM TEMPOS DE PANDEMIA: CIRCUITOS CURTOS DE COMERCIALIZAÇÃO**

Luciano Majolo, Élide Barbosa Correa

Páginas: 32-38

#### **A LOGÍSTICA REVERSA DE MEDICAMENTOS COMO TEMA MOTIVADOR PARA A APRENDIZAGEM E A SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FUNDAMENTAL**

Kamille Postay Losquiavo, Vania Elisabete Schneider, Odilon Giovannini Junior

Páginas: 39-56

#### **DESCARTE INCORRETO DE MEDICAMENTOS VENCIDOS OU NÃO UTILIZADOS NA CIDADE DE XANXERÊ**

Paola Spricigo, Silvia Mara Zanela Almeida, Elisangela Bini Dorigon, Manuela Gazzoni dos Passos

Páginas: 57-66

#### **GESTÃO DE RESÍDUOS DE DROGAS: UMA BREVE REVISÃO**

Aline Ferrão Custodio Passini, Willian Fernando de Borba, Alexandre Couto Rodrigues, Lorimar Francisco Munaretto

Páginas: 67-93

**REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS QUALITATIVOS QUANTO À DISPOSIÇÃO FINAL DE MEDICAMENTOS INSERVÍVEIS**

Rebecca Pinto de Oliveira, João Gabriel de Abreu Souza, Gabriel de Pinna Mendez  
Páginas: 94-108

**AVALIANDO A INTERAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO DO AR URBANA E USO DO SOLO NA SUSTENTABILIDADE DA CIDADE DE TABRIZ**

Sepideh Pouri, Leila Rahimi, Sepideh Momeni  
Páginas: 109-131

**EFEITO DE SÓLIDOS SUSPENSOS DE PAPEL HIGIÊNICO DESINTEGRADO EM ESGOTOS SOBRE O COMPORTAMENTO DE BIORRETORES COM BIOMASSA IMOBILIZADA**

Petia Mijaylova Nacheva, José Alejandro Muñoz Hernández, Beatriz Peña Loera  
Páginas: 132-141

**TÉCNICAS INDÍGENAS DE PREVENCIÓN DE LA MORBILIDAD INFANTIL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE IBADAN, NIGERIA**

J. A. Eroh , I. O Azeez  
Páginas: 142-164

**GESTÃO DE RESÍDUOS ALIMENTARES E A ECONOMIA CIRCULAR NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Diana Gonçalves Lunardi, José Eric da Silva Queiroz, Larissa Leykman da Costa Nogueira, Vitor de Oliveira Lunardi  
Páginas: 165-173

**EFEITO GENOTÓXICO DE DUAS TINTAS USADAS NA ARTE DA TATUAGEM**

Saúl Flores Maya, Norberto Alarcón-Herrera  
Páginas: 174-191

**A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS SANITARISTAS E AMBIENTAL**

Bárbara Panisson Lopes, Calina Grazielli Dias Barros, Eduardo Augusto Putzke, Gustavo Schefelbanis Araújo, Thiago Augusto Formentin  
Páginas: 192-198

**CÁLCULO DE SUSTENTABILIDADE E PLANO RESUMIDO DE GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DO SALVADOR - BA**

Bárbara Cosenza Sanmartin, Antonio Carlos Laranjeiras Sampaio, Káthia Plathon Bezerra Lopes, Lídia Valadares Alexandria, Juliana Freitas Guedes Rêgo  
Páginas: 199-210

# Programa Escola Verde

Av. Antônio Carlos Magalhães, nº510, Sala Verde - Country Club, Juazeiro / BA -  
CEP 48.902-300, Tel: (74) 2102-7660  
E-mail: [escolaverde@univasf.edu.br](mailto:escolaverde@univasf.edu.br) / <https://revistaverde.escolaverde.org/index.php/revista/about>

Edição 01 – Setembro, 2022



## Revista Verde *Green Journal*

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

### Equipe Editorial

#### Editores-Chefes

Dr. Celso Sales Franca  
Dr. Antonio Pereira Filho

#### Secretária de Editoração

Dra. Nair Dahmer

#### Editoração Eletrônica

Jorge Luis Cavalcanti Ramos – UNIVASF  
Celso Sales Franca - FACAPE  
Luis Gustavo Gonçalves Borges de Oliveira - UNIVASF

#### Diretoria Executiva

Paulo Roberto Ramos – Diretor Executivo  
Deise Cristiane do Nascimento – Diretora de Finanças  
Hildelano Delanusse Theodoro – Diretor de Comunicação

#### Conselho Editorial

Dr. Acácio Figueiredo Neto - UNIVASF  
Dra. Anne Caroline Coelho Leal Árias Amorim – UNIVASF  
Dr. Antonio Pereira Filho – UNIVASF  
Dr. Celso Sales Franca – FACAPE  
Dra. Cláudia Maria Lourenço da Silva - FACAPE  
Dr. Clóvis Manoel Carvalho Ramos – UNIVASF  
Dr. Hildelano Delanusse Theodoro – UFRJ  
Dr. Jorge Luis Cavalcanti Ramos – UNIVASF  
Dra. Maria Herbênia Lima Cruz Santos – UNEB  
Dra. Nair Dahmer – Projeto Escola Verde – UNIVASF  
Dr. Paulo Roberto Ramos - UNIVASF  
Dr. Sidclay Cordeiro Pereira – UPE

### Conselho Científico Consultivo

M.Sc. Armando Venâncio Ferreira do Nascimento – IF Sertão PE  
Dra. Carla Gomez – UFPE  
Dra. Carolina de Andrade Spinola – UNIFACS  
M.Sc. Deise Cristiane do Nascimento – FACAPE  
Dr. Edison Bittencourt - ITA / UNICAMP  
Dr. Edson Joaquim Mayer Alfredo - Universidade de LuejiA'Nkonde - Angola  
M.Sc. Ednaldo Ferreira Torres – UNIVASF  
Dr. Francisco Nunes Correia – Ministério do Meio Ambiente - Portugal  
Dr. Héctor José Martínez Arboleya – Universidad Autónoma de Chihuahua – México  
Dr. Ismael Fenner FICS – Facultad Interamericana de Ciencias Sociales  
Dr. José Esteban Castro – Ministério da Tecnologia - Argentina  
MSc. José Mattos – PUC-SC  
Dr. Laerton de Andrade Lima – UNEB – Universidade do Estado da Bahia  
Dra. Leopoldina Veras – IF – Instituto Federal Sertão Pernambucano  
Dr. Manoel Carlos da Silva – Universidade do Minho – Portugal  
Dra. Maria Carolina Tonizza Pereira - Universidade Federal do Vale do São Francisco  
Dr. Matusalém Alves Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba UEPB  
Dr. Mauro Campos – UENF  
Dr. NoelioDantaslé Spinola - UNIFACS  
Dr. Patrick Dupriez – Etopia - Bélgica  
M.Sc. Rosimary de Carvalho Gomes Moura – UPE  
Dr. Simon Tremblay – St. Paul University - Canadá  
M.Sc. Solange Maria Dantas Gomes - IF Sertão Pernambucano  
Dr. Surender Singh Yadav - Maharshi Dayanand University – India  
Dr. Vitor Lorenzo – IF – Instituto Federal Sertão Pernambucano  
Dr. Yusuke Sakai – Universidade de Kagoshima – Japão

### Realização



### Promoção



### Parceiros





# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

### EDITORIAL

Organizar um periódico científico internacional de qualidade certamente não é uma tarefa fácil, ainda mais durante a pandemia da COVID-19, numa época de refluxo dos processos educativos e em um país de escassos investimentos e pífia tradição científica no cenário mundial. Mas foi esse o desafio assumido pela equipe do Programa Escola Verde, a qual devemos reconhecer seus esforços e méritos, sobretudo pelo direcionamento para abordagem de problemáticas tão presentes, significativas e pertinentes aos problemas socioambientais de grande relevância vivenciados por todo mundo na atualidade.

Sinto-me lisonjeado por fazer parte desta equipe e poder escrever este Editorial da primeira edição da Revista Verde, a qual possui grandes quadros intelectuais, compromisso e seriedade editorial e, portanto, um enorme potencial de crescimento e consolidação no meio acadêmico e científico mundial. Ainda mais consubstanciada com artigos de enorme qualidade científica como estes publicados nesta primeira edição.

Os trabalhos aqui apresentados percorrem temas variados, relacionados direta e indiretamente à pandemia de COVID-19 que vivemos atualmente em seus estágios finais; bem como às análises mais gerais da saúde ambiental e alguns de seus fatores condicionantes e determinantes na formação das vulnerabilidades do processo saúde-doença. Tornando, desta forma, uma leitura muito rica de informações e análises científicas significativas para entendimento, numa perspectiva interdisciplinar, dos fenômenos socioambientais que estão nas bases destes processos.

Os impactos e a degradação ambiental parecem ser efeitos indefectíveis que acompanham todo desenvolvimento humano desde sua origem, cabendo às sociedades desenvolver procedimentos que minimizem estes reflexos. Neste sentido, o artigo *“Herramientas para Comunicar la Urgencia de Disminuir los Impactos”*, nos leva a reflexão do quão é fundamental estabelecer ferramentas eficientes de comunicação destas técnicas, e de como estas técnicas têm incorporado em seu próprio escopo, elementos de sustentabilidade.

Durante uma pandemia, as repercussões estão presentes em todos os setores da vida social, a exemplo da indústria de turismo de todo o mundo. A proibição de circulação de pessoas, o fechamento dos locais de visitação, os perigos do contato com as variantes do vírus SARS-CoV-2 e a sobrecarga das unidades de saúde, são apontadas como algumas das causas para os impactos no setor. Reflexões pertinentes à estas problemáticas são apresentadas nos artigos *“World Practice of State Support of the Tourism Sector in Foreign Countries in the Context of COVID-19”* e *“Analysis and Development of the Mechanism of Investment Potential of the Tourist Network in a Pandemic”*.

Outro setor afetado foi a produção e consumo de alimentos. Todavia, nesta pandemia de COVID-19, tem chamado a atenção o paradoxo do aumento da oferta da produção da agroindústria, a partir da mecanização, monocultura e uso de agrotóxicos em larga escala; e, por outro lado, pelo vigor e reconhecimento que a produção orgânica e a Agroecologia vêm experimentando nos



últimos anos, inclusive como forma de atuar na base das causas das pandemias pela relação de equilíbrio que propõe na relação homem-ambiente. Contradições exploradas de forma brilhante no artigo “Agroecologia em Tempos de Pandemia”.

Com a pandemia vivenciada em todo mundo a partir de dezembro de 2019, o setor de Saúde experimentou um grande salto de demanda de pessoal, terapias, profilaxias, estruturas físicas, equipamentos e medicamentos. Sendo estes últimos um ponto nodal no qual incide as atenções dos demais processos. Analisando os problemas causados com o uso, disposição e descarte inadequado dos medicamentos, os artigos “A Logística Reversa de Medicamentos”, “Descarte Incorreto de Medicamentos Vencidos”, “*Manejo de Resíduos de Fármacos: Una Breve Revisión*” e “Revisão Sistemática de Estudos Qualitativos Quanto à Disposição Final de Medicamentos”, levarão o leitor a refletir sobre estas problemáticas tão presentes e imperceptíveis do mundo atual.

Graves problemas socioambientais têm crescido de forma vertiginosa nas últimas décadas decorrentes da poluição do ar, sobretudo em áreas urbanas, mas com impactos e consequências nas áreas rurais e por todo planeta, tendo em vista a rápida propagação da poluição atmosférica potencializada pela força da circulação dos ventos e mudanças climática mundiais. Estes são alguns dos fenômenos analisados de forma inovadora nos artigos “*Assessing the Interaction Between Urban Air Pollution and Land*” e “*Efecto de los Sólidos Suspendidos Provenientes de Papel Higiénico*”.

Relacionar experiências de convivência harmoniosa de povos tradicionais com o meio ambiente e novas técnicas desenvolvidas para a superação dos impactos ambientais decorrentes dos processos produtivos atuais tem sido um ponto polêmico na equalização do diálogo entre a academia, governos, empresas e populações. Nesta seara de discussão, os artigos “*Indigenous Techniques of Preventing Infant Morbidity in Metropolitan Ibadan, Nigeria*” e “*Food Waste Management and the Circular Economy in the Brazilian Semiarid*” problematizam evidências e experiências inovadoras que buscam a melhoria da qualidade de vida em regiões com baixos índices de desenvolvimento social.

No artigo “*Análisis de La Genotoxicidad de Tintas Utilizadas em Tatuajes*”, o autor nos apresenta uma análise laboratorial sistemática, utilizando camundongos no experimento, na qual foi possível estabelecer um nexo causal entre o uso de tintas comumente utilizadas em tatuagens humanas e o desenvolvimento de efeitos genotóxicos. Preocupação bastante pertinente tendo em vista o aumento exponencial de tatuagens em todo mundo e o uso frequente de tintas inapropriadas nesta arte corporal tão antiga quanto à própria humanidade.

Outro elemento que tem sido veículo de adoecimento em todo mundo é a água. Um elemento muito comum, indispensável à sobrevivência da vida, mas cada dia mais raro de qualidade e disponibilidade, e por isso tem gerado conflitos e disputas em vários lugares. O artigo “A Importância do Estudo da Qualidade da Água” nos remete a refletir sobre os problemas derivados destas questões que passam despercebidas por muitas pessoas em suas vidas cotidianas.

Por fim, temos o artigo “Cálculo de Sustentabilidade”, que traz a importante e atualíssima discussão do problema da sustentabilidade e as dificuldades epistemológicas que permeiam o



# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

estabelecimento de parâmetros que permitam calcular sua efetividade. Sendo esta sustentabilidade, pretendida em vários campos e área da sociedade, que formam a única base capaz de garantir qualidade de vida, saúde ambiental e, conseqüentemente, saúde humana coletiva, universal, de integrativa e pública.

Todos os artigos aqui apresentados trazem contribuições significativas para uma melhor compreensão da integração e interdependência dos fenômenos ambientais abordados. As análises se complementam de várias formas, sobretudo a partir da preocupação e busca por formas sustentáveis de consumo e utilização dos recursos naturais para a sobrevivência humana. Tornando, assim, um compêndio que está absolutamente condizente com a proposta editorial da Revista Verde em busca de abordagens interdisciplinares inovadoras, direcionadas à sustentabilidade ambiental em um mundo tão carente e necessitado de um novo paradigma que busque uma relação de harmonia entre os processos sociais e o meio ambiente.

**Prof. Dr. Paulo Roberto Ramos**

Professor Associado do Colegiado de Ciências Sociais- UNIVASF

Diretor Executivo da Revista Verde





## **HERRAMIENTAS PARA COMUNICAR LA URGENCIA DE DISMINUIR LOS IMPACTOS SOCIALES EN AGUA Y TERRITORIOS**

Mario Buenfil Rodríguez<sup>1</sup>; Rosalinda Uribe Visoso<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, email: mbuenfil@tlaloc.imta.mx

<sup>2</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

### **RESUMEN**

Mediante técnicas de huellas ecológica e hídrica se evaluaron los impactos de patrones de consumo y producción típicos sobre el agua, territorios y otros bienes naturales. Se cuantificaron y graficaron las consecuencias del comportamiento de algunos grupos sociales en países de la región, lo que sirve para orientar políticas públicas y definir prioridades de programas de educación ambiental y de agua. La "nueva cultura del agua" es un término reciente que denota al necesario cambio cultural hacia acciones más respetuosas y concretas que busquen una verdadera sostenibilidad, en contra de la meramente retórica "sostenibilidad". Una de sus principales propuestas es impedir más "trasvases" de agua real y virtual; es decir, reducir o eliminar las innecesarias transferencias de agua entre cuencas y el dañino largo acarreo de mercancías agrícolas o industriales entre países distantes. La situación mundial actual es de generalizado "sobregiro", insustentabilidad y alteraciones climáticas antropogénicas, por lo que es esencial cuantificar si las reducciones voluntarias en consumos individuales y en patrones de producción, podrían ser más significativas y altas que los embates demográficos e ideológicos que van en el sentido opuesto. Eso dará una mejor idea de si hay posibilidades de éxito significativo con medidas voluntarias; o si se deberán implementar otro tipo de medidas.

**Palabras Clave:** Huella hídrica, huella ecológica, sobregiro, percepción ambiental social, decrecimiento en consumo y población.

## ***TOOLS TO COMMUNICATE THE URGENCY OF REDUCING THE SOCIAL IMPACTS IN WATER AND TERRITORIES***



### ABSTRACT

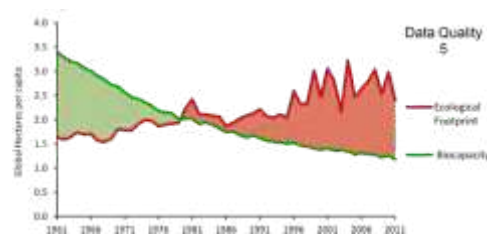
Using ecological and water footprint techniques, the impacts of typical consumption and production patterns on water, territories and other natural assets were evaluated. The consequences of the behavior of some social groups in countries of the region were quantified and graphed, which serves to guide public policies and define priorities for environmental and water education programs. The "new water culture" is a recent term that denotes the necessary cultural change towards more respectful and concrete actions that seek true sustainability, against the merely rhetorical "sustainability". One of its main proposals is to prevent more "transfers" of real and virtual water; that is, reduce or eliminate the unnecessary transfers of water between basins and the harmful long transport of agricultural or industrial goods between distant countries. The current world situation is one of generalized "overdraft", unsustainability and anthropogenic climatic alterations, so it is essential to quantify whether the voluntary reductions in individual consumption and production patterns could be more significant and higher than the demographic and ideological attacks that are going in the opposite direction. That will give a better idea of whether there is a chance of significant success with voluntary measures; or if other types of measures should be implemented.

**Keywords:** Water footprint, ecological footprint, overdraft, social environmental perception, decrease in consumption and population.

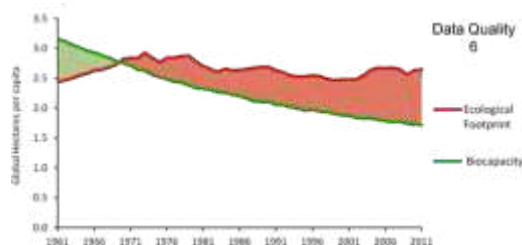
### 1 Introducción

En muchos ámbitos territoriales hay evidencias tangibles de que varios países, y en el planeta en general, están en una situación de "sobregiro" e insustentabilidad (overshoot en inglés), tal como puede observarse en las dos siguientes gráficas (Fig. 1 y 2), producidas por la Global Footprint Network. Las figuras revelan que las actividades antropogénicas, representadas por la huella ecológica de un ciudadano promedio (considerando costumbres y cantidades de personas tanto ricas como desamparadas de todo el mundo), han superado la biocapacidad de regeneración, o de absorción de contaminantes, que ofrecen los territorios y el planeta en general. Es decir en muchos sitios vivimos de préstamos y sobreexplotaciones, y no de la capacidad de producción y regeneración propias de los territorios.

**Fig. 1** Situación de sobregiro per cápita en la República Mexicana, desde finales de los setenta.



**Fig. 2** Situación de sobregiro global, a partir de finales de los sesenta.



Existen formas indirectas y directas de medir el uso de extensiones de tierra, volúmenes de agua, cantidades de energéticos y la contaminación generada al producir los distintos bienes demandados por las sociedades en cada sitio del planeta. Un criterio correcto es definir dónde ocurren demandas de productos y su magnitud (es decir dónde están los consumidores y cuánto solicitan), para luego determinar desde dónde llegan tales productos agrícolas, pesqueros, industriales, forestales, etc. y cuáles fueron a su vez los insumos que se requirieron para manufacturarlos o extraerlos.

Para evaluar impactos de patrones de consumo y de producción sobre el medio ambiente (atmósfera, disponibilidad de agua, afectación a territorios, pérdida de biodiversidad) existen diferentes herramientas valiosas y grupos de investigadores (redes) que han puesto al alcance de cualquier estudioso y público interesado sus hallazgos. Por tanto, agrupaciones como la Water Footprint Network, la Global Footprint Network, la World Population History y otras más, ofrecen libremente estadísticas bastante completas y herramientas para calcular variaciones de los parámetros en análisis.

El propósito del trabajo fue ejemplificar y consolidar cifras estadísticas cuantitativas que comparen patrones de consumo en algunas regiones de interés, al interior y externas a la República Mexicana. Otro objetivo derivado de lo anterior era vislumbrar si reducciones voluntarias, factibles en la demanda de productos o en sus insumos de manufactura, pudieran compensar las tendencias persistentes, opuestas, hacia mayor población, mayor consumismo y ocupación de territorios naturales.



## 2 Métodos

- a) Se realizaron numerosas búsquedas, cálculos y comparaciones relativas a impactos de diferentes estilos sociales de consumo en algunos países.
- b) Los cálculos y cifras empleadas procedieron de publicaciones y estudios de fuentes confiables en temas de huellas hídricas y ecológicas.
- c) Se plantearon cambios factibles (voluntarios en principio) en hábitos de consumo social o de procesos de manufactura que pudieran aminorar los impactos ambientales. Es decir, con las cifras y comparaciones obtenidas previamente se identificaron las posibilidades de cambios significativos que pudieran alentar situaciones menos dañinas y estables (revertir la actual inestabilidad y *overshoot*).
- d) Se enunciaron algunas posibles estrategias de comunicación, motivación y educación que favorezcan lo anterior. Es decir, se propusieron campañas de concientización que pudieran incidir en algunos sectores sociales y en productores a que cambien hábitos o procesos, o sus agresivos afanes de lucro o indiferencia al entorno.
- e) Se estudiaron (apoyados en bibliografía y herramientas ex profeso) las tendencias demográficas y de producción masiva, prevalecientes en la dirección opuesta a la reducción deseada (inciso c). Es decir se sugirieron escenarios de que prosiga el crecimiento demográfico y la ideología consumista del dispendio, acumulación, negación o indiferencia ambiental.
- f) Se confrontaron los escenarios positivos y los negativos de manera cualitativa y cuantitativa para vislumbrar si hay esperanzas de cambios alentadores, resultantes de, solamente, realizar campañas que apelen a cambios voluntarios.
- g) De no ser positivo o alentador lo anterior, sugerir otras medidas algo más restrictivas, compulsorias, tendientes a los mismos objetivos de equilibrio y sustentabilidad.

## 3 Resultados y discusión

Se generaron cálculos comparativos, ambientados principalmente para México y sectores socioeconómicos o culturales característicos, que matizan (cuantitativa y cualitativamente) distintos patrones de consumo y posibilidades de cambios en ellos y los efectos de potenciales acuerdos comerciales favorables a la sustentabilidad y a atenuar el cambio climático. Algunos resultados se ejemplifican en la Tabla 1.

**Tab. 1** Huella hídrica y huella ecológica, según hábitos de consumo e ingresos en México y en Estados Unidos.

Tipo de persona o familia (caso): Clave identificación	Parámetros identificadores o variantes	Huella Hídrica total	Huella Hídrica solo x alimentos	Huella ecológica
		m <sup>3</sup> /año –persona * (o familia)	m <sup>3</sup> /año –persona * (o familia)	Hectáreas globales gha
Mx-CM-AN	Mexicano, clase media, alimentación “normal”	2,480	2,212	4.7
Mx-CM-AVeg	Ídem, pero <b>vegano</b>	1,496	1,228	3.3
Mx-CM-A>Carn	Ídem pero muy carnívoro	4,516	4,248	6.8
USA-CM-AN	Estadounidense, clase media, consumo “normal”	1,329	1,030	8.9
USA-CM-AVeg	Ídem, pero <b>vegano</b>	1,093	793	6.6
USA-CM-A>Carn	Ídem pero muy carnívoro	1,923	1,623	12.4
Fam3-Mx-CM-AN	<b>Familia Mex. 3</b> miembros, clase media, alimentación “normal”	7,440 *	6,636 *	14.2 *
Fam5-Mx-CM-AN	Familia Mex. <b>5</b> miembros, ingreso fam. “regular”, alimentación “normal”	12,400 *	11,060 *	21.4 *
Fam5-Mx-CM-AVeg	Familia Mex. <b>5</b> miembros, ingreso fam. “regular”, alimentación “VEGANA”	7,480 *	6,140 *	14.4 *

La Tabla 2 muestra los altos contrastes en el agua virtual empleada en distintos países para cosechar o producir algunos alimentos usuales en la dieta del mexicano. Muestra con colores cuál país tiene la mayor productividad hídrica y cuál la menor (en metros cúbicos de agua por tonelada de producto). Es apenas una breve muestra de naciones, y seguramente hay otras, no mostrados ahí, con mayores o menores valores que esos. Adicionalmente, en la última columna se anota la productividad promedio mundial según la WFN (Water Footprint Network promovida por Chapagain y Hoekstra) que es la fuente original de los datos.

**Tab. 2** Productividad del agua (contenido de agua virtual = H.H.) en algunos productos, según país, y valor promedio mundial (m<sup>3</sup>/tonelada de producto)

Producto	México	EUA	China	India	Australia	Brasil	Promedio mundial
Arroz procesado	3,257	1,903	1,972	4,254	<b>1,525</b>	<b>4,600</b>	<b>3,419</b>
Trigo	1,066	849	<b>690</b>	1,654	1,588	<b>1,616</b>	<b>1,334</b>
Maíz	1,744	<b>489</b>	801	<b>1,937</b>	744	1,180	<b>909</b>
Saya	<b>3,172</b>	1,869	2,517	4,124	2,106	<b>1,076</b>	<b>1,789</b>
Carne de res	<b>37,762</b>	13,193	<b>12,560</b>	16,482	17,112	16,962	<b>15,497</b>
carne de pollo	5,013	2,389	3,652	<b>7,736</b>	<b>2,914</b>	3,913	<b>3,918</b>
huevo	4,277	<b>1,510</b>	3,550	<b>7,531</b>	1,844	3,337	<b>3,340</b>
Leche	<b>2,382</b>	<b>695</b>	1,000	1,369	915	1,001	<b>990</b>

El cuadro anterior debe tomarse con cautela, pues no solamente los volúmenes de agua ahí anotados son lo importante; y no necesariamente las cifras más altas son las de mayor impacto ambiental. Por ejemplo un agua virtual “verde” (pluvial) generalmente es mucho más barata y ecológicamente apropiada, que una agua “azul” (de riego, extraída de presas o del subsuelo). Además cuentan mucho los fertilizantes, pesticidas, y energía para producir cada cosa (contaminación como “agua gris”, y otras huellas como la del carbono). Normalmente, la agricultura de temporal aunque aparentemente use más agua, ésta es pluvial y generalmente se aplican menos insumos.

Al hacer cálculos de huella de una persona, habría que considerar de dónde proceden (de qué región o país) los productos consumidos y a cuáles “colores” de agua corresponden. Pudo constatarse que varias calculadoras disponibles en internet, no distinguen esas cuestiones. Por ejemplo, es claro que la huella típica del consumo de un mexicano no se derivaría de los valores para México anotados en la tabla 1, pues por ejemplo la mayor parte del maíz o de la carne que se consume en México se importa de Estados Unidos, ya que las producen en dicho país con menores cantidades de agua.

Se revisó que la huella ecológica de mexicano promedio es mayor que la biocapacidad del territorio nacional dividido entre los 117 millones de habitantes que somos. Es decir nos es insuficiente nuestro propio territorio y agua y dependemos cada vez más de otras regiones del planeta, lo que definitivamente es contrario a una supuesta soberanía nacional.

Se propusieron estrategias de comunicación social que influyan en cambios culturales favorables a la comprensión de la problemática ambiental y los efectos acumulativos de millones de demandantes, así



como estrategias para reducir los consumos individuales o grupales y cambios en tratados comerciales que impliquen menos transportes y menores sus huellas ecológicas e hídricas (considerando sus “colores” o impactos económicos y ambientales con mayor rigor).

Algunos resultados aislados interesantes que se obtuvieron con la calculadora internet de HH de la WFN, fueron por ejemplo:

- La huella hídrica de un mexicano es mayor (aprox. 84%) que la de un estadounidense, para iguales condiciones de ingresos, de sexo o de hábitos alimenticios.
- La H.H. de un mexicano, aún con nivel de erogaciones (ingresos) nulo (cero dólares), es superior en un 15% a la del promedio mundial (es decir 1,423 contra 1,243 m<sup>3</sup>/año).
- La huella hídrica de un mexicano es mayor que la de un colombiano (aprox. 53%), para iguales condiciones de ingresos, de sexo o de hábitos alimenticios.
- Para un nivel de erogaciones de 10,000 US Dólares/año por persona, la H.H. del Estadounidense, no rebasa la H.H. promedio mundial de 1,243 m<sup>3</sup>/año.
- Para que un colombiano tenga una huella hídrica superior a la del promedio mundial, su nivel de erogaciones personales debería ser del orden de \$ 5,000 USD.
- Si la H.H. promedio de un mexicano es cercana a 2,000 m<sup>3</sup> anuales (ref. Agroder), entonces ese tipo de consumo, según la "calculadora rápida" del WFN equivale a un nivel de erogaciones personales de aprox. \$ 5,000 USD anuales.

### Conclusiones

El impacto ambiental, evaluado como huella ecológica, del mexicano promedio es mayor que la biocapacidad del territorio nacional que le toca a cada uno de los más de 117 millones de habitantes que somos. Por tanto nos es insuficiente nuestro propio territorio y agua (estamos “sobregirados”) y dependemos cada vez más de otras regiones del planeta, lo que definitivamente es contrario a una supuesta soberanía nacional.

Aún en un caso muy idealista e improbable de que toda la población actual redujera sus consumos en un 30% (algo realmente difícil del lograr), ello no compensará el crecimiento demográfico que pronostican algunas instituciones (CONAPO, ONU), que es del orden del 35 % para los próximos 30 años. Tampoco nos sacarían de la insustentabilidad actual. Es decir, todos los esfuerzos llevarían a la



misma o peor problemática (cambio climático incluido), pero incluso serán más millones los afectados. Es decir, la gravedad de los problemas irá en aumento, a menos que la sociedad o los políticos finalmente acepten la necesidad de medidas, lamentablemente algo más drásticas y compulsivas para todos, que las que impone la ideología consumista del libre mercado y “laissez-faire”.

### Referencias

- Agroder (2012). Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica. WWF México y AgroDer. México DF.  
[http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Huella\\_Hidrica\\_en\\_Mexico\\_en\\_el\\_contexto\\_de\\_Norteamerica\\_AgroDer\\_WWF\\_SABMiller\\_2012.pdf](http://www.agroder.com/Documentos/Publicaciones/Huella_Hidrica_en_Mexico_en_el_contexto_de_Norteamerica_AgroDer_WWF_SABMiller_2012.pdf)
- Hoekstra, A. Y. (2009). Human appropriation of natural capital: A comparison of ecological footprint and water footprint analysis, Twente Water Centre, University of Twente, The Netherlands, Ecological Economics 1963– 1974, Elsevier.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge,.
- Hopfenberg, R.. (2003). Human Carrying Capacity Is Determined by Food Availability. Duke University. Population and Environment, Vol. 25, No. 2, 109-117.  
<http://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/el-agua-patrimonio-de-vida/una-nueva-cultura-del-agua-su-significado-y-su-por-que>
- Martin, R. (2012). Population Growth: Multiplier of Impacts; Divider of Resources; Creator of Conflict, Population Matters, Submission to ISEE.
- Martinez, G. J., Arrojo, Pedro (2015). Una nueva cultura del agua: su significado y su por qué, Fundación Nueva Cultura del Agua.
- Pérez, J.(2013). La paradoja de Jevons explicada a profanos.  
<http://crashoil.blogspot.com.es/2013/05/la-paradoja-de-jevons-explicada-profanos.html>
- Quinn, D.; Thornhill, A. (1998). Food Production and Population Growth.  
<http://video.google.com/videoplay?docid=-7826621532426926190>
- Rodriguez, M. B. (2015). Dangers of promoting ultra-water-saver-showers. Considering the Cautionary Principle and the Khazzoom–Brookes postulate”. Weber & Ever publishers.





# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

Rodriguez, M. B. (2012). Una combinación afortunada: mayores eficiencias al usar recursos naturales y una economía y sociedad en decrecimiento. 7° Congreso Internacional Estudios Ambientales y del Territorio.

Rodriguez, M. B.; Ulanowicz, R. E. (2015). Water Culture requires fighting corruption and promoting many RRRRRs” Weber & Ever Publishers.

Ulanowicz, R. E. (2015). Efficient Use of Water Isn’t Enough to Save our Springs Jan. 31st, editorial, The Gainesville Sun. and also in RESILIENCE.org.  
<http://prosperouswaydown.com/ulanowicz-florida-springs-jevons/>

Vázquez, R.; Buenfil, M. (2013). Huella Hídrica de América Latina: Retos y Oportunidades. Revista AquaLAC, <http://www.unesco.org.uy/ci/fileadmin/phi/aqualac/Art5-Vazquez-41-48.pdf>

WWF (2012). Planeta Vivo Informe. Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro. WWF Internacional, <http://www.panda.org>; Red de la Huella Global. <http://www.footprintnetwork.org>



### **WORLD PRACTICE OF STATE SUPPORT OF THE TOURISM SECTOR IN FOREIGN COUNTRIES IN THE CONTEXT OF COVID-19**

Stanislau Arlou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Perm State National Research Univeristy; e-mail: orlovstanislav1@rambler.ru

#### **ABSTRACT**

The problems of tourism sector development in different countries during the coronavirus pandemic are considered in this article. The purpose of this study is to examine government support measures in this sector in the context of COVID-19. In the pre-pandemic period the tourism industry was one of the main drivers of the development of the world economy and was most affected by the global crisis caused by the COVID-19 pandemic, therefore, effective government support of the tourism sector is currently a topical issue. The quality of tourism development directly depends on how the state assesses this industry, and, accordingly, how much it is stimulated by the state. In the course of the study it was concluded that the development of domestic tourism in foreign countries is currently a priority area of state support of the tourism sector. The necessity of supporting the tourism industry and promoting the demand for domestic tourism by Russian government has been substantiated.

**Keywords:** tourism industry, domestic tourism, coronavirus pandemic, government support.

### **PRÁTICA MUNDIAL DE APOIO ESTATAL AO SETOR DE TURISMO EM PAÍSES ESTRANGEIROS NO CONTEXTO DA COVID-19**

#### **RESUMO**

Os problemas de desenvolvimento do setor de turismo em diferentes países durante a pandemia de coronavírus são considerados neste artigo. O objetivo deste estudo é examinar as medidas de apoio do governo neste setor no contexto da COVID-19. No período pré-pandemia a indústria do turismo foi um dos principais impulsionadores do desenvolvimento da economia mundial e foi mais afetada pela crise global provocada pela pandemia do COVID-19, pelo que o apoio governamental efetivo ao setor do turismo é atualmente uma questão tópica. A qualidade do desenvolvimento do turismo depende diretamente de como o estado avalia essa indústria e, conseqüentemente, do quanto ela é estimulada pelo estado. No decorrer do estudo concluiu-se que o desenvolvimento do turismo doméstico em países estrangeiros é atualmente uma área prioritária de apoio estatal ao setor do turismo. A necessidade de



apoiar a indústria do turismo e promover a demanda por turismo doméstico pelo governo russo foi comprovada.

**Palavras-chave:** indústria do turismo, turismo doméstico, pandemia de coronavírus, apoio governamental.

### 1 Introduction

What implications does global tourism have and will continue to have in connection with the spread of the COVID-19 pandemic? What countries and regions of the world will suffer the biggest losses? What are the threats and advantages of the tourism crisis? What will the global crisis bring to the tourism industry? What innovative management anti-crisis measures should world governments and non-governmental organizations apply to overcome the unprecedented tourism crisis? All these questions remain relevant for the development of the tourism industry today and in future.

The coronavirus pandemic and the global crisis have caused significant damage to many sectors of the economy, including the tourism sector. The hospitality and restaurant sector is one of the worst hit by the pandemic. Trends in the development of the tourism industry were influenced not only by direct restrictions, such as introduction of quarantine measures, closure of borders, ban on visiting historical and cultural institutions, cancellation of air travel, but also indirect, i.e. measures that were taken in other tourism-related areas: restaurants and hotel business, transportation, film industry, sanatorium and medical services, etc.

The problem of tourism development is considered in the publications of many domestic and foreign scientists. The authors' attention is paid to the study and analysis of the development trends of both the domestic tourist market of the Russian Federation and the international one. Since the beginning of the coronavirus pandemic fell on the end of 2019, as well as due to the lack of official statistics, scientific sources have not yet sufficiently investigated the modern processes taking place in the tourist market in the context of the COVID-19 pandemic.

Among the domestic authors of studies who have devoted their publications to assessing the state of the tourism sector under the influence of COVID-19, the following should be distinguished: T.V. Solod examined the state of the international travel business under the influence of changes caused by modern world challenges, analyzed the scenarios of development of the global tourism industry, made a forecast for recovery of travelling in the regions of the world; (Simonyan & Saryan, 2020).

Saryan identified the changes in the tourist market caused by the crisis, predicted a significant change in the structure of the Russian tourist market; Gulyaev (2020), Rassokhina considered the main anti-crisis



strategies for sustainable tourism development as a response to the challenges formed by the COVID-19 pandemic for the tourism industry of the world and Russia, analyzed the main consequences for the economy, social sphere and consumer psychology, investigated structural changes in the tourism sector; Global Economic Impact Reports (2021).

Baeva and Yu (2020), Knobel analyzed the measures taken by countries or organizations to mitigate the consequences of the crisis caused by the coronavirus and restore the tourism and travel market, identified and substantiated the directions of adaptation measures to support and develop the tourism industry in current environment.

The tourism industry found itself in uncertain working conditions, which entailed significant changes in the functioning of tourism entities, which had to adapt to new business conditions, such as the introduction of new forms and types of tourism services, the development of additional measures to retain customers by postponing the provision of services, providing discounts and bonuses. Considering the fact that there is still no complete victory over the COVID-19 virus, the tourism industry facilities have to continue to look for ways to fight and maintain their share in the tourist market, find new methods to increase their competitiveness, and constantly improve the quality and safety of travel services, while being heavily dependent on government policies and measures taken to combat the coronavirus. That is why the issue of continuous research of the state and prospects of the tourism sector, taking into account new challenges caused by the coronavirus pandemic, becomes relevant.

Considering the consequences of COVID- 19, it is necessary to introduce more effective directions for the development of the tourism industry, apply modern management concepts. It is necessary to combine technological factors, modern innovative mechanisms, significant intellectual resources, advantages of e-business, clustering of tourism development, development of promising types of tourism: business, green, rural, historical and cultural.

Experience of foreign countries convincingly confirms that the development of the tourism and recreation sector requires an effective state policy. First of all, this concerns the development of an appropriate legislative framework and the provision of financial and political stability in the country. Moreover, the state needs to have a positive image, to be active in presenting its own country at the international level, in particular, to open tourist information centers abroad.

## 2 Methods

International and Russian statistical data, information from specialized business publications, cases of



solutions to existing problems in the tourism industry in the context of new realities on the example of foreign countries served as the materials of the study. The methodological basis of the study was comprised of such scientific methods as collection, system analysis, comparison, and generalization.

In order to generalize the results, a comprehensive analysis of some of the activities carried out in the field of tourism at the state level in foreign countries was applied in order to develop a priority direction of state support for domestic tourism in Russia.

### 3 Results and Discussion

The coronavirus pandemic has triggered an unprecedented crisis in the tourist economy. Due to the sharp drop in economic activity, workers in the tourism sector faced catastrophic reductions in working hours and job losses. Anti-epidemic measures taken for countering the spread of coronavirus have seriously limited movement of people, even within the countries where they live, not to mention travelling overseas. Since the beginning of quarantine measures, COVID-19 travel restrictions have been in effect in most countries of the world. On June 1, 2020, 156 governments completely closed their borders for international tourism. This was the reason for the fall in income in the field of tourism, both inbound and domestic. Among all global sectors of the economy, COVID-19 most strongly affected the tourism sector (about half of all financial losses); hotel and restaurant business, as well as air carriers suffered the most (Kichinov, 2021).

In the pre-pandemic period, tourism played a significant role in creating GDP in the economies of many countries, the contribution of the tourism industry to world GDP in 2019 was 10.4%, in 2020 it decreased to 5.5% due to the coronavirus pandemic (Dupeyras, Haxton & Stacey, 2020). According to the World Travel & Tourism Council, in 2020 the number of jobs in the tourism sector decreased by about 174 million (WTTC, 2021).

There is no high-quality tourism statistics in Russia and tourism is not considered to be an important sector of the economy, unlike in many other countries. Tourism is usually not perceived as an economically important sector and is overlooked by the authorities. According to official statistics, tourism occupies a less significant place in the general economy of Russia, since it accounts for less than 5% of GDP (in 2019 – 4.9%, in 2020 – 2.7%) (Dupeyras, Haxton & Stacey, 2020). Russian tourism has not received a quick systemic response from the government in the form of introduction of possible measures to support the tourism industry compared to the response and types of measures introduced by governments of many foreign countries. Government support is a mandatory step for further development



of the tourism sector.

The period from the end of 2019 till the beginning of 2020 became a turning point for the development of economies of many countries of the world and left a special imprint on the tourism industry. Countries one after another took measures to prevent the rapid spread of coronavirus disease, in particular, the ways of its transmission, and introduced quarantine restrictions. Closure of borders, ban on large gatherings of people and visits to public places led to deterioration in the financial condition and closure of a significant number of tourist facilities and decrease in tourist flows.

According to the World Tourism Organization, in the first five months of 2021 the situation with international tourism has become even worse than in 2020. Thus, last year the number of border crossings by tourists fell by 73% (about 1 billion) compared to 2019. In January–May 2021, the drop was 85% (460 million less) worldwide compared to the same period in 2019.

The decrease in the number of tourist arrivals was the most significant in the Asia-Pacific region: in 2020 this indicator fell by 84%, and in January–May 2021 – by 95%. The least significant decrease in tourist flow was in America: by 68% in 2020 and by 72% in early 2021. The decrease in Europe was 68% in 2020 and 85% at the beginning of 2021.

Since the beginning of the pandemic and the introduction of quarantine restrictions, it was difficult to predict travels and make plans for the future, it seemed that it would not be long and soon it would be possible to restore the regime. As a result, the tourism sector suffered losses and significant reduction in tourist flows. Countries needed to encourage foreign tourists and, at the same time, support the country's tourism-related facilities. Each country has developed and introduced measures to support the tourism industry (Table 1, own research based on TV Solod (2020); Gulyaev, V. G (2020)).

#### **4 Conclusion**

Summarizing the aforementioned, we can conclude that tourism is one of those sectors of the global economy that has been hit hardest by the coronavirus pandemic. International travel activities in the context of today's dynamic changes in the global economy resulting from the spread of the coronavirus pandemic are accompanied by the increasing impact of inevitable specific risks. There is a need to develop an agreed algorithm of actions for both the leadership of travel companies and the state.

The main emphasis among the measures to stimulate and support the tourism industry in most countries is placed on domestic tourism, since the development of such direction as external tourism suffers more losses under the influence of the COVID-19 pandemic. Almost all countries are developing

programs to stimulate and support the development of the tourism industry, including, in particular, support for small and medium- sized businesses by providing affordable credits, government loans and subsidies, deferred payment of debt obligations, providing tax holidays, incentives and reducing the rates on certain taxes. Tourism is supported by many governments for its opportunities to create jobs, generate income, improve the balance of payments and earnings of foreign currency. Tourism is considered to be an economical means of preserving and developing infrastructure, cultural environment and political stability.

**Tab. 1** Measures on the improvement of tourist climate in the countries, stimulation and support of the tourism sector during the coronavirus pandemic and the post-pandemic period

Country	Measures
China	Conducted market research to predict the share of domestic tourism in total tourism demand. Tourist activities are encouraged in each of the provinces. The Ministry of Culture and Tourism together with the National Health Committee has called on provincial governments to open local scenic places and attractions (with limited access under tightly controlled conditions).
Iceland, Italy, Lithuania, the Republic of Korea	Approved travel vouchers issued by the government and provided to families for domestic travel.
Israel	Developed virtual on-line sightseeing tours across the country to stimulate the desire to travel.
France	Amended the cancellation policy for travel reservations allowing to replace refunds with cash to vouchers for an equivalent amount.
New Zealand	Approved a special tourism support package, a part of which was dedicated to promoting domestic tourism and preparing advertising campaigns in the domestic market.
Bosnia and Herzegovina, Hungary, Malaysia, Mexico, Thailand, Vietnam	Prepared advertising and marketing campaigns, developed new products to attract international tourists and support the development of domestic tourism.
Japan	Provided an emergency economic package that included a new subsidy of over 10 billion USD for discounts and travel deals to consumers, thereby supporting tourism, transportation, food services and business activities for an immediate recovery from the pandemic. After the pandemic ends the Japan Tourism Agency will spend 2.2 billion USD on attracting tourists by making tourism destinations attractive, improving travel environment and developing promotions for international tourists.

There is a significant lag in the pace of implementation of government measures to support the tourism sector in Russia today which seriously threatens the competitiveness of the industry in the global market during the period of economic recovery in future. According to general estimates, the tourism industry will take 1.5–2 years to recover from the effects of the pandemic (Kichinov, 2021).

The prospects for tourism are highly uncertain and the recovery will depend on the interrelated



effects of the economic and health crisis. These include the evolution of the pandemic, the presence and availability of a vaccine, control measures, the removal of travel restrictions, the survival and willingness of businesses across the tourism ecosystem to meet demand, and developments in the economy as a whole. The global scale and duration of the crisis, prolonged uncertainty and the interrelated economic and health-promoting nature of this crisis make it different from any previous shock to the tourism system.

In addition to the tourism crisis, the pandemic triggered a global economic crisis, which in turn has implications for tourism recovery. The road ahead is brighter as progress in vaccine production has given hope, but challenges remain and recovery will be uneven across countries and across sectors. Growth will pick up in many areas of the economy, but tourism and other sectors are recovering more slowly, and this affects recovery in many countries. It is too early to say what long-term impact the crisis will have on tourism, but the return to usual business is highly unlikely.

The longer the crisis lasts, the more businesses and jobs will be lost, the greater the impact on travel behavior and the tougher the economic and tourism recovery will be. It creates new challenges for the tourism industry, as well as opportunities to drive innovation, stimulate new business models, explore new niches and markets, discover new destinations and move towards more sustainable tourism development models.

Russia should also reconsider priorities aimed at overcoming the consequences of the crisis caused by the coronavirus pandemic and develop measures aimed at supporting and preserving the tourism industry. The design of support programs should be based on the principles of solidarity, competitiveness, sustainability, employment protection, income protection, and the participation of social partners.

Domestic tourism should be one of the potential consequences of a long-term tourism policy. Domestic tourism will be beneficial as people choose to stay at home and visit destinations within their own country. In addition, domestic tourism is less dependent on the global coronavirus crisis and quarantine measures.

Therefore, it is important to form our own Russian competitive tourist product and service.

The creation of Russian tourist destinations having the necessary tourist infrastructure and capable of providing high quality tourist services is an important task for domestic and inbound tourism development and regional economy recovery. There is an uneven development of the tourism industry in different regions in Russia today (World Tourism Organization, 2020).

Russia has significant tourism potential and opportunities for the development of domestic tourism,





the stimulation and maintenance of which will contribute to strengthening the country's image at the international level, which will help attract foreign tourists and minimize losses caused by the COVID-19 pandemic. Reorientation of tourists to the domestic market should contribute to the recovery of the country's tourism sector.

Finally, the territory of Russia is rich in historical and cultural attractions, natural and recreational resources and other specific resources that can be used in the tourism industry.

COVID-19 has demonstrated critical importance of the travel industry's need to adapt to changes quickly. A key shift for tourism development after COVID-19 is the government support for tourism actors at all stages of recovery from the crisis, as well as research to identify trends that can help tourism recover. Well-developed and balanced policies to support tourism both at the state and regional levels will contribute to the development of not only this industry, but also the Russian economy as a whole.

### References

Baeva, M.A.; Yu, A. (2020). Knobel Impact of the Pandemic on the Tourism Industry and Sports Events, Monitoring of the Economic Situation in Russia: Trends and Challenges of Social and Economic Development, 17(119) pp. 68-74 .

Dupeyras, A., Haxton, P., & Stacey, J. (2020). The Covid-19 crisis and tourism: Response and recovery measures to support the tourism sector in OECD countries. Available at: [www.g20-insights.org/policy\\_briefs/the-covid-19-crisis-and-tourism-response-and-recovery-measures-to-support-the-tourism-sector-in-oecd-countries/](http://www.g20-insights.org/policy_briefs/the-covid-19-crisis-and-tourism-response-and-recovery-measures-to-support-the-tourism-sector-in-oecd-countries/).

Global Economic Impact Reports. (2021). Russian Federation 2021 Annual Research: Key Highlights. WTTC. <https://wttc.org/Research/Economic-Impact/moduleId/704/itemId/192/controller/DownloadRequest/action/QuickDownload> .

Gulyaev, V. G (2020). T.V. Rassokhina Sustainable Tourism Development under Crisis Conditions Caused by the COVID-19 Pandemic. Bulletin of the Russian International Academy of Tourism, 4 pp. 121-127.

Kichinov, P. A. (2021). COVID-19. The new world order in the tourism and travel industry, Iberoamerica (Russian Federation), pp. 28–50.

Morozov, M.A. Morozova, N.S. (2021). Regional Features of Development of Tourism Infrastructure and Their Impact on Tourism. Regionology = Russian Journal of Regional Studies. 29(3) pp. 588- 610.

Simonyan, G. A.; Saryan, A. A (2020). On the impact of the coronavirus pandemic on tourism. Sovrem. Nauchn. Mysl, n. 2, p. 158-164.



# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

T.V. Solod. (2020). Scenarios of the Development of the World Tourism Industry in the Context of Global Instability, *Economic Relations*, 10(4) (2020) pp. 1011–1024. DOI: <https://doi.org/10.18334/eo.10.4.111324>.

WTTC. (2021). Travel & Tourism jobs could be lost due to COVID-19 and travel restrictions, says <https://wtcc.org/News-Article/174m-Travel-&-Tourism-jobs-could-be-lost-due-to-COVID-19-and-travel-restrictions>.

World Tourism Organization. (2020). Unwto Briefing Note – Tourism and COVID-19, Issue 1 – How are countries supporting tourism recovery?, UNWTO, Madrid, DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284421893>.



### ANALYSIS AND DEVELOPMENT OF THE MECHANISM OF INVESTMENT POTENTIAL OF THE TOURIST NETWORK IN A PANDEMIC

O. T. Ergunova<sup>1</sup>, Almaza Luis Molina<sup>2</sup>, P. V. Bochkov<sup>1</sup>, E. A. Blinova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia; e-mail: yekaterina-blinova-00@bk.ru

<sup>2</sup>Vice-Rector for International Relations, S. Bolivar State Technological University (Republic of Peru)

#### ABSTRACT

Transformation of the mechanism for increasing the investment potential of the territories of Russia in the context of the COVID-2019 pandemic repeatedly strengthens the importance of an active policy in the field of forming the concept of promoting territories in general and in particular in the interregional market of tourist services. In the current conditions of the pandemic, fundamentally new goals and objectives of regional policy create the basis for the search for new tools and technologies in the field of promoting territories in the interregional market of tourist services. At the heart of formation of the concept of promoting the territory in the market of tourist services lies the effective use of its tourist potential and formation of inter-organizational relations in the tourist-recreational network of the territory, which contributes to an increase in the attractiveness of a city, a region on the inter-regional market of tourist services. When forming the concept of promoting domestic regions in the interregional tourism services market, in addition to the consequences of the pandemic, it is necessary to take into account the current long-term trends: insufficient popularization of domestic territories in the tourism services market. The unsatisfactory quality of tourist services provided is confirmed by the contribution of tourism to the gross domestic product of the Russian Federation, which amounted to only 5.0% in 2019, with an average global value of this indicator of 10.2%.

**Keywords:** pandemic, promotion concept, region, territory, touristic services, regional marketing, tourism, touristic destination.

### ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DO MECANISMO DE POTENCIAL DE INVESTIMENTO DA REDE TURÍSTICA EM UMA PANDEMIA

#### RESUMO



A transformação do mecanismo para aumentar o potencial de investimento dos territórios da Rússia no contexto da pandemia de COVID-2019 reforça repetidamente a importância de uma política ativa no campo da formação do conceito de promoção de territórios em geral e em particular no mercado inter-regional de serviços turísticos. Nas condições atuais da pandemia, fundamentalmente novas metas e objetivos da política regional criam as bases para a busca de novas ferramentas e tecnologias no campo da promoção de territórios no mercado inter-regional de serviços turísticos. No cerne da formação do conceito de promoção do território no mercado de serviços turísticos está a utilização efetiva do seu potencial turístico e a formação de relações interorganizacionais na rede turístico-recreativa do território, o que contribui para um aumento da atratividade de uma cidade, uma região no mercado inter-regional de serviços turísticos. Ao formar o conceito de promoção das regiões domésticas no mercado de serviços turísticos inter-regionais, além das consequências da pandemia, é necessário levar em conta as tendências atuais de longo prazo: popularização insuficiente dos territórios domésticos no mercado de serviços turísticos. A qualidade insatisfatória dos serviços turísticos prestados é confirmada pela contribuição do turismo para o produto interno bruto da Federação Russa, que ascendeu a apenas 5,0% em 2019, com um valor médio global deste indicador de 10,2%.

**Palavras-chave:** pandemia, conceito de promoção, região, território, serviços turísticos, marketing regional, turismo, destino turístico.

## 1 Introduction

Today the branding of the region has become a procedure of conscious and targeted development of the brand of the region, namely the selection, display and formation of the identity of the region, as well as its promotion in bright, related images attractive to the target audience. Geobranding is a mechanism that enables marketing to be pragmatic for categories such as location (territory). Two main stages are included in the marketing of the region - the positioning of the region and promotion.

In the context of branding, the positioning stage of the region implies the search for the identity of the region, competitive advantages, the development of a new (or lost) the meaning of the place, the intentions of the inhabitants. The period of formation of the brand concept is attributed to the positioning stage. The implementation and embodiment of brand ideas in the regional environment and in the information space is timed to the stage of promotion of the region.

From the information given in Table 1, it can be said that in the Russian Federation, as well as in other countries of the world, the development of the tourism industry with a focus primarily on the

domestic consumer strongly depends on the success of the fight against the pandemic.

**Tab. 1** The main indicators of the development of the tourism industry in the Russian Federation in the 1st quarter of 2020.

Indicators	I quarter 2020 r.	II quarter 2020 r.	Growth I quarter 2020 by the first quarter 2019, in %	Growth II quarter 20 by the second quar 2019, in %
<b>Number of persons placed in collective accommodation facilities, thousand people</b>	12 714,9	2 094,9	-2,2	-87,9
<b>Including: Russian citizens</b>	11 353,4	1 955,9	1,0	-86,7
<b>Foreign citizens</b>	1 361,5	139,0	-22,6	-94,7
<b>Number of inbound tourist trips, thousand</b>	3 798,2	66,5	-11,2	-99,0
<b>Number of outbound tourist trips, thousand</b>	7 002,2	116,1	-9,8	-99,0
<b>Passenger turnover, billion passenger.km</b>	111,2	30,3	-4,7	-78,8
<b>Of these, by type of transport: railway</b>	24,4	9,5	-2,1	-71,4
<b>Air (transport aviation)<sup>1)</sup></b>	61,2	9,0	-5,6	-88,9
<b>The scope of services of travel agencies, tour operators and other services on booking and related services, billion rubles.</b>	32,8	2,9	2,9	-93,4
<b>The volume of services of sanatorium-resort organizations, billion rubles.</b>	21,5	2,3	-1,1	-92,6
<b>The volume of services of hotels and similar services for the provision of temporary housing, billion rubles.</b>	50,1	10,1	-3,0	-83,7
<b>Export of services under the article "Trips"<sup>2)</sup>, billion US dollars</b>	1 721,9	138,0	-9,2	95,2
<b>As % of total exports of services</b>	12,8	1,8	-	-

1) According to the Federal Air Transport Agency.

2) According to the balance of payments of the Bank of Russia (estimate of the second quarter of 2020).

### Style palette

A well-known branding technology is the formation of a calendar of events aimed at promoting the territory. All events on a scale can be divided into: mega events (Olympic Games, EXPO), medium-scale events and micro-events. The scale of the event depends not only on the number of participants (in the sum of tourists and locals), but also on the amount of financial resources needed for its organization, the amount of income received, as well as on the proportion between the number of visitors and locals. It is mega-events that are the most attractive, since they allow the territory to declare itself on an interregional scale, and although their organization and holding require huge resources, the return in most cases



justifies these investments.

As a rule, there are two types of events: commercial events, which are generally profit-oriented, non-commercial, aimed at achieving a social effect, popularizing cultural traditions, organizing leisure activities for residents and guests (state and national holidays, city days, cultural events).

All three scenarios of the dynamics of international tourist flows cited by the International Tourism Organization are more than pessimistic - a decline in the number of trips by 58-78% in 2020. On the other hand, the Russian Federation, in case of a successful fight against the epidemic, has a chance to mitigate losses by reorienting outgoing tourist flows to the domestic market and even expand them.

An important direction in the formation of territorial branding is to work with the population - through the media and the use of participatory practices – participatory tools) - various technologies for involving the population in decision-making, social design technologies, competitive mechanisms, crowdsourcing and crowdfunding. Such technologies are widely used in traditional marketing, but their application in the marketing of territories is especially promising, since the population is the main stakeholder in this process. A large-scale project is the portal "Our City": "a unique project designed to improve the quality of life of citizens and the appearance of Moscow through the active participation of Muscovites in the life of the capital".

It is necessary to focus on digital technologies for the promotion of territories. Digital technologies in this case means not only the use of the Internet, but also mobile phones, tablets and other means of electronic communication, on-screen advertising. All aspects are important: the quality of information on the official website of the territory, the representation of the territory in various social networks, reviews of the territory on the Internet, the availability of various mobile applications about the territory, etc. Many Russian cities are provided with 3D virtual tours and 3D maps.

A wide variety of governmental, commercial and non-profit structures, including chambers of commerce and industry, public organizations (associations of marketers, tourism associations, associations of hoteliers and restaurateurs, etc.), tourism development centers, corporations and territorial and investment development agencies, etc., can develop marketing strategies and perform marketing functions. Congress bureaus are common practice for international and now for Russian reality to implement marketing functions on the territory .

### **Math and equations**

Scalar variables Anti-crisis strategies of territorial development in general, as well as concepts of



territory promotion, are largely based on tourist potential.

Tourism plays an increasingly important role in economic development and, accordingly, becomes one of the most important foundations for the formation of the image and brands of territories. There are several types of strategies for the formation of the tourist component of the economy.

Taking into account the specifics of a certain target audience and its needs, it is possible to form a product specific to this audience.

In the case of a successful fight against the epidemic, there is a chance to mitigate losses by reorienting outgoing tourist flows to the domestic market and even expand them.

Network interaction is one of the important conditions for the effective functioning of the tourist and recreational sphere, and its study in the managerial aspect is becoming an urgent research area. From the perspective of the named vector of scientific search, the effectiveness of IOR deserves special attention. Both the content of the IOR effectiveness category and its evaluation are in the initial stage of discussion.

Interorganizational relations (in foreign sources, the abbreviation – IOR (interorganizational relationships) is common), represented by such forms of interaction as association, alliance and cooperation, provide their participants with certain benefits: sharing resources, staff training, knowledge sharing, reducing costs for marketing and PR activities, performing managerial functions. Effective IORS ensure the achievement of common strategic goals, quantitative and/or qualitative synergetic effects in the field of tourist and recreational services of certain territories, such as, for example, employment of the local population, sustainable competitive advantage of the territory (tourist destination), solving environmental problems, sustainable development. Thus, the evaluation of the effectiveness of interorganizational interaction in the tourist and recreational network should be carried out in the two aforementioned perspectives, which, from our point of view, will allow us to deepen the understanding of the category under study, to conclude not only about the level of effectiveness of interorganizational interaction, but also about its nature, for example, partially opportunistic or, on the contrary, mutually beneficial relations between partners.

Indicators characterizing the functions of relations can be used by the management of the companies belonging to the alliance to identify problems of interaction, set goals for inter-organizational relations and determine the degree of their achievement.

### **Figures and tables**

The conducted research of theoretical and methodological aspects of the promotion of territories to



the world market of tourist services, the analysis of the main trends in the development of the world market of tourist services, allowed us to conclude that in the conditions of pandemics, the promotion of tourist resources of the territory is no less important than the increase in economic and social potential. In fact, these processes should go in parallel, and the potential of the territory should correspond to its image, and a positive image should focus on the effective use of the accumulated potential.

**Tab. 2** Types of strategies for the formation of the tourist component of the economy

Type	Characteristic	Examples
The first	commercialization of accumulated cultural and recreational heritage (architectural, literary, artistic, etc.).	formation of a link between of the place and the territory (G.Polevskoy- P.Bazhov)
Second	transformation of former industrial facilities into cultural clusters	Yekaterinburg - (Ural Industrial Biennale of Contemporary Art, Sysert - project "Summer at the factory", Moscow - art cluster "Red October"
Third	creation of "virtual" objects of tourism and culture, or mobile projects that are easily transferred from place to place	Vienna Music Film Festival in Yekaterinburg.

Territories are becoming extremely inventive in using traditional marketing technologies for their branding and promotion, however, promotion to the world market of tourist services is not a simple tracing paper from promotion within the country. From the authors' point of view, this is a more complex and multifaceted process that requires the involvement of all significant factors and stakeholders of the territory.

As a result of the analysis of the state and trends in the development of the interregional tourism services market, a number of technologies, tools and organizational structures for promoting territories in the interregional tourism services market are presented, taking into account the specifics of the activities of its subjects in the conditions of a pandemic and the effectiveness of the use of tourist potential. In general, the results obtained allow us to state the following:

1. In the long term, the effectiveness of interorganizational relations in the model increases – there is a pronounced positive dynamics of the general and average degree of satisfaction, as well as the average





degree of mutual satisfaction of agents.

2. The collaboration of stakeholders leads to a partial loss of the power of influence of its individual participants, but these losses are compensated by the benefits obtained as a result of increasing the effectiveness of inter-organizational interaction.

3. Cooperation brings certain benefits to stakeholders, determined by indicators of the effectiveness of inter-organizational interaction. The dynamics of changes in some performance indicators (including monetary ones) affects the perception of certain non-monetary characteristics of the quality of relations (stability, fairness).

### References

Aliperti, G., Sandholz, S., Hagenlocher, M., Rizzi, F., Frey, M., & Garschagen, M. (2019). Tourism, crisis, disaster: An interdisciplinary approach. *Annals of Tourism Research*, 79, 102808.

Barringer, H., Giannakopoulou, D., & Pasareanu, C. S. (2003, January). Proof rules for automated compositional verification through learning. In *SAVBS 2003*.

Bensalem, S., Bozga, M., Legay, A., Nguyen, T. H., Sifakis, J., & Yan, R. (2010, October). Incremental component-based construction and verification using invariants. In *Formal Methods in Computer Aided Design* (pp. 257-256). IEEE.

E.Y. Unkurov, Branding of territories: foreign and domestic experience in: *Bulletin of IKIAT*, 2(41) (2020). <https://cyberleninka.ru/article/n/branding-territoriy-zarubezhnyy-i-otechestvennyy-opyt>.

Gheorghiu Bobaru, M., Păsăreanu, C. S., & Giannakopoulou, D. (2008, July). Automated assume-guarantee reasoning by abstraction refinement. In *International Conference on Computer Aided Verification* (pp. 135-148). Springer, Berlin, Heidelberg.

Kallbekken, S., & Sælen, H. (2021). Public support for air travel restrictions to address COVID-19 or climate change. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93, 102767.

Li, Y., Wang, X., Lin, X., & Hajli, M. (2018). Seeking and sharing health information on social media: A net valence model and cross-cultural comparison. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, 28-40.

Local Burden of Disease HIV Collaborators ladwyer@uw.edu. (2021). Mapping subnational HIV mortality in six Latin American countries with incomplete vital registration systems. *Bmc Medicine*, 19, 1-25.



# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

NeJhaddadgar, N., Ziapour, A., Zakkipour, G., Abbas, J., Abolfathi, M., & Shabani, M. (2020). Effectiveness of telephone-based screening and triage during COVID-19 outbreak in the promoted primary healthcare system: a case study in Ardabil province, Iran. *Journal of Public Health*, 1-6.

Whang, H., Yong, S., & Ko, E. (2016). Pop culture, destination images, and visit intentions: Theory and research on travel motivations of Chinese and Russian tourists. *Journal of business research*, 69(2), 631-641.

Zenker, S., Braun, E., & Petersen, S. (2017). Branding the destination versus the place: The effects of brand complexity and identification for residents and visitors. *Tourism management*, 58, 15-27.



## AGROECOLOGIA EM TEMPOS DE PANDEMIA: CIRCUITOS CURTOS DE COMERCIALIZAÇÃO

Luciano Majolo<sup>1</sup>; Élide Barbosa Correa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba (UEPB); e-mail: majolo.agroecologia@gmail.com

### RESUMO

A pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) deflagrou uma crise sanitária mundial que afetou as estruturas econômicas e sociais de praticamente todos os países. Junto a isso evidenciou-se uma série de vulnerabilidades do sistema agroalimentar mundial, da produção à comercialização e ao consumo. Os circuitos curtos de comercialização quando desenvolvidos no contexto da Agroecologia são capazes de oferecer soluções para muitos desses problemas, construindo e fortalecendo os processos regionais e ajudando a criar soluções contextualizadas para problemas locais. Durante a pandemia da Covid-19 ficaram mais evidentes as vulnerabilidades das cadeias longas de produção e distribuição de alimentos, verificando-se a necessidade de desenvolver-se novos modelos de comercialização que garantam segurança alimentar para a população em momentos de crise. Desta forma o presente estudo visa fazer uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito dos circuitos curtos de comercialização na perspectiva da Agroecologia, apresentando suas potencialidades no atual contexto de pandemia da Covid-19.

**Palavras-Chaves:** Covid-19; Alimentação; Sustentabilidade.

### ABSTRACT

The pandemic caused by the new coronavirus (SARS-CoV-2) triggered a global health crisis that affected the economic and social structures of virtually all countries. Along with this, a series of vulnerabilities in the global agri-food system were highlighted, from production to marketing and consumption. Short circuits of commercialization when developed in the context of Agroecology are able to offer solutions to many of these problems, building and strengthening regional processes and helping to create contextualized solutions to local problems. During the Covid-19 pandemic, the vulnerabilities of the long food production and distribution chains became more evident, verifying the need to develop new marketing models that guarantee food security for the population in times of crisis. In this way, the present study aims to make a brief bibliographic review on the concept of short marketing circuits from

32



the perspective of Agroecology, presenting its potential in the current context of the Covid-19 pandemic.

**Keywords:** Covid-19; Food; Sustainability.

## 1 Introdução

A pandemia causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2) deflagrou uma crise sanitária mundial que afetou as estruturas econômicas e sociais de praticamente todos os países. Iniciada na cidade de Wuhan, China, em dezembro de 2019, a pandemia da Covid-19 logo se espalhou pelo mundo, apresentando novos desafios à sociedade contemporânea.

A impossibilidade de compras presenciais devido às medidas preventivas à Covid-19 (OMS, 2021) evidenciaram novos hábitos de consumo na sociedade, obtendo destaque o comércio *on-line* de alimentos (Dannenber *et al.*, 2020). A busca por uma alimentação mais saudável também se destacou, observando-se um aumento no consumo de produtos orgânicos (Globo Rural, 2020; OTA, 2020; Portal do Agronegócio, 2020). Segundo dados do Globo Rural (2020), a venda por *delivery* cresceu muito durante a pandemia e foi fundamental para garantir a comercialização dos produtos orgânicos e a renda desses agricultores.

Para Gliessman (2020) a Agroecologia, como uma ciência, uma práxis e um movimento social, possui um papel fundamental no atual contexto de pandemia, visto que garante o acesso local aos alimentos em um curto prazo, bem como impulsiona os movimentos sociais e políticos para mudanças nas políticas de longo prazo. Altieri e Nicholls (2020) enfatizam que em um mundo ameaçado pela pandemia de coronavírus, a Agroecologia possui o potencial de produzir localmente grande parte dos alimentos necessários para as comunidades rurais e urbanas, estabelecendo saúde, sustentabilidade e resiliência socioecológica.

Os circuitos curtos de comercialização (CCC) se caracterizam pela comercialização local dos alimentos, fortalecendo a relação direta entre os produtores e consumidores. A Agroecologia se utiliza dos CCC como uma forma de implementar processos mais autônomos de produção, comercialização e consumo de alimentos, fortalecendo os vínculos entre produtores e consumidores (Guzmán *et al.*, 2012).

Desta forma, o presente estudo visa fazer uma breve revisão bibliográfica sobre o conceito dos circuitos curtos de comercialização na perspectiva da Agroecologia, apresentando suas potencialidades no atual contexto de pandemia da Covid-19.

## 2 Métodos

A revisão bibliográfica (Marconi; Lakatos, 2017) foi desenvolvida com base em artigos de diferentes periódicos, anais de congressos, conferências, teses, dissertações, relatórios, livros e monografias publicados em diferentes bibliotecas eletrônicas, base de dados virtuais e ferramentas de pesquisa *on-line* de publicações científicas.

## 3 Resultados e Discussão

Antes de abordarmos os circuitos curtos de comercialização é necessário fazer um breve histórico de como a produção e a comercialização de alimentos tem evoluído nas últimas décadas. Com o final da II Guerra Mundial, quando o complexo industrial petroquímico e mecânico se tornou ocioso, sua atenção se voltou para a agricultura, surgindo assim a chamada Revolução Verde. Marcada pela expansão das fronteiras agrícolas, intensificação da mecanização na agricultura, produção em monoculturas, consumo de fertilizantes industrializados e agrotóxicos, buscando a otimização do lucro e da produtividade agrícola em um curto prazo, essa revolução marcou o início da chamada agricultura “moderna” (Costa, 2017).

Segundo Altieri (2010), a Revolução Verde produziu benefícios extremamente desiguais, visto que privilegiou os agricultores mais ricos, que controlam o capital e as terras férteis em detrimento daqueles mais pobres e com menos recursos, devido à dependência criada em relação aos insumos caros e às variedades de plantas patenteadas. Além disso, essa revolução contribuiu para agravar os danos ao meio ambiente, como a erosão dos solos, desertificação, poluição por agrotóxicos e perdas drásticas do conhecimento tradicional e da biodiversidade (Redclift; Goodman, 1991).

A partir de então a agricultura passou a moldar-se tendo em vista a maximização da produtividade e adequação à competitividade do mercado mundial, direcionando-se para a produção de *commodities*, produtos homogêneos, de comercialização global e que seguem preços padronizados (Viegas, 2016). Visto como uma *commodity*, o alimento passou a percorrer longas distâncias, dando origem a formas de comercialização que desvincularam o consumo da produção, perdendo-se a informação sobre a origem dos alimentos e do seu modo de produção, onde a determinação de preços é o único vínculo que se mantém entre o agricultor e o consumidor (Roberts, 2009).

Buscando preencher essas lacunas deixadas pelo sistema convencional de produção e tentando “descomoditizar” os alimentos, conectando produtores e consumidores através da lógica de proximidade e localidade, os circuitos curtos de comercialização (CCC) emergiram trazendo a preocupação com as economias locais, por meio de relações de comércio mais justas e éticas (Souza *et al.*, 2020).

Segundo Marsden *et al.* (2000), os CCC possuem a capacidade de ressocializar ou redistribuir os alimentos, permitindo assim que o consumidor faça julgamentos de valor e escolha dos alimentos com base em seu próprio conhecimento, experiência ou imagens percebidas. Segundo os autores, as cadeias de suprimentos curtas são expressões de iniciativas de produtores e consumidores para criar novos tipos de oferta e demanda, dando ênfase aos relacionamentos entre si, construindo novos valores e significados que transcendem apenas a compra e venda dos produtos.

Guzmán *et al.* (2012) enfatizam que a definição dos CCC está diretamente ligada às relações de poder dentro do sistema agroalimentar, que deve favorecer simultaneamente os produtores de alimentos (agricultores, pecuaristas, pequenos produtores vinculados à terra) e os consumidores, diminuindo a influência de possíveis intermediários.

Apesar de no Brasil ainda não existir uma definição oficial sobre os CCC, segundo Darolt *et al.* (2013) na França o conceito é utilizado para caracterizar circuitos de comercialização que envolvam no máximo um intermediário entre o produtor e o consumidor, assim como uma distância de até 80 km. Os autores distinguem dois casos de CCC: por venda direta, quando há uma relação direta entre os produtores e consumidores; e por venda indireta, quando existe um único intermediário, que pode ser outro produtor, uma cooperativa, uma associação, uma loja especializada, um restaurante ou até um pequeno mercado local.

Para Marsden *et al.* (2000) os CCC podem ser divididos em três tipos: (i) face a face, quando o consumidor efetua uma compra direta do produtor baseada em uma relação de confiança; (ii) proximidade espacial, quando os produtos são vendidos na região ou local de produção e os consumidores são informados sobre a procedência local dos produtos no ponto de venda; e (iii) espacialmente estendido, onde informações carregadas de valor e significado sobre o local de produção e daqueles que produzem os alimentos são transmitidas para consumidores que estão fora da própria região de produção e que podem não ter experiência pessoal dessa região.

A pandemia da Covid-19 evidenciou uma série de vulnerabilidades do sistema alimentar mundial, da produção à comercialização e ao consumo. Os CCC quando desenvolvidos no contexto da Agroecologia são capazes de oferecer soluções para muitos desses problemas, construindo e fortalecendo os processos regionais e ajudando a desenvolver soluções contextualizadas para problemas locais (Gliessman, 2020). De acordo com o autor, a Agroecologia possui um foco explícito nas dimensões sociais e econômicas dos sistemas alimentares, colocando ênfase na soberania alimentar e garantindo sustentabilidade e resiliência para todo o sistema alimentar.



Altieri e Nicholls (2020) reforçam que a pandemia de coronavírus expôs a fragilidade do sistema alimentar globalizado com consequências devastadoras no acesso aos alimentos, principalmente para os setores mais pobres. Os autores argumentam que essa situação se tornou crítica para países que importam mais de 50% dos alimentos consumidos por suas populações, ou ainda para cidades com mais de 5 milhões de habitantes que, para alimentar seus cidadãos, precisam importar não menos que 2.000 toneladas de alimentos por dia, percorrendo uma média de 1.000 quilômetros. Para eles isso caracteriza um sistema alimentar altamente insustentável, facilmente perturbado por distúrbios externos, como desastres naturais ou uma pandemia.

No Canadá e EUA, o medo de escassez de alimentos e de *lockdown* desencadeou algumas compras de pânico em supermercados, colocando as preocupações com a segurança alimentar em evidência. O sistema agroalimentar se viu em risco devido às cadeias de abastecimento relativamente longas e com numerosos intermediários que promoveram atrasos no tempo de entrega dos alimentos. Essa estrutura de distribuição foi moldada para a competitividade e critérios de eficiência, mas apresentou pontos de vulnerabilidade durante essa crise da Covid-19 (Mussell *et al.*, 2020).

Em seu estudo sobre as ações públicas emergenciais para abastecimento de alimentos no contexto da pandemia de coronavírus, Valadares *et al.* (2020) concluíram que as cadeias longas de produção e distribuição de alimentos, caracterizadas por um elevado número de intermediários entre o produtor e o consumidor final e que percorrem grandes distâncias entre os espaços de produção e os de consumo, são muito suscetíveis a ocorrência de um colapso em um ou mais elos de sua cadeia, sujeitando cidades inteiras ao desabastecimento alimentar. Segundo os autores, políticas públicas que privilegiam CCC baseados no consumo de alimentos produzidos localmente, apresentam-se como iniciativas estratégicas mais eficientes para garantir a oferta de alimentos nas cidades, sobretudo entre as camadas populacionais em situação de vulnerabilidade social.

#### 4 Considerações Finais

Os circuitos curtos de comercialização demonstram ser uma alternativa viável para garantir a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos sistemas agroalimentares contemporâneos. Ao fortalecerem os vínculos entre produtores e consumidores, promovem uma maior proximidade entre o campo e a cidade e relações de comercialização mais resilientes, justas e éticas.

Durante a pandemia da Covid-19 ficaram mais evidentes as vulnerabilidades das cadeias longas de produção e distribuição de alimentos, verificando-se a necessidade de desenvolver-se novos modelos de



comercialização que garantam segurança alimentar para a população em momentos de crise.

A Agroecologia, entendida como uma ciência, uma práxis e um movimento social, se propõe a encontrar soluções para esses diferentes desafios que a crise mundial provocada pelo novo coronavírus desencadeou, enfatizando os circuitos curtos de comercialização como modelos sustentáveis de distribuição de alimentos que merecem cada vez mais o apoio de políticas públicas para a sua promoção e fortalecimento.

### Referências

Altieri, M. A. (2010). Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. *Revista Nera*. Presidente Prudente, n. 16, p. 22-32. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1362/1347>. Acesso em: 19 ago. 2021.

Altieri, M. A.; Nicholls, C. I. (2020). *La Agroecología en tiempos del COVID-19*. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA), University Of California, Berkeley, 2020. Disponível em: <http://celia.agroeco.org/wp-content/uploads/2020/05/ultima-CELIA-Agroecologia-COVID19-19Mar20-1.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2021.

Costa, M. B. B.N(2017). *Agroecologia no Brasil: história, princípios e práticas*. São Paulo: Expressão Popular, 141 p.

Dannenber, P.; *Et al.* (2020). Digital transition by COVID- 19 pandemic? The German food online retail. *Tijdschrift voor economische en sociale geografie*, v. 111, n. 3, p. 543-560.

Darolt, M. R.; *Et al.* (2013). A diversidade dos circuitos curtos de alimentos ecológicos: ensinamentos do caso brasileiro e francês. *Revista Agriculturas*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 8-13, jun.

Gliessman, S. (2020). Confronting Covid-19 with agroecology. *Agroecology and sustainable food systems*, v. 44, n. 9, p. 1115–1117.

Globo Rural. (2020). Venda de orgânicos cresce na pandemia com produtores apostando em novas formas de negociação. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/globo-rural/noticia/2020/05/17/venda-de-organicos-cresce-na-pandemia-com-produtores-apostando-em-novas-formas-de-negociacao.ghtml>. Acesso em: 07 jul. 2021.

Guzmán, E. S.; *Et al.* (2012). *Canales cortos de comercialización alimentaria en Andalucía*. Andalucía: Centro de Estudios Andaluces, Consejería de La Presidencia e Igualdad, 2012. 164 p.

Marconi, M. A.Lakatos, E. M. (2017). *Metodologia do trabalho científico*. 8. ed. São Paulo: Atlas.

Marsden, T. *Et al.*(2000). *Food Supply Chain Approaches: exploring their role in rural development*.





Sociologia Ruralis, [s.l], v. 40, n. 4, p. 424-438.

Mussell, A. *Et al.* (2020). Agri-food supply chains and Covid-19: Balancing resilience and vulnerability. *Agri-Food Economic Systems*, p. 1-6.

OMS, Organização Mundial da Saúde. (2021). Conselhos sobre doença coronavírus (COVID-19) para o público. Disponível em: <https://www.who.int/pt/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>. Acesso em: 07 de jul. de 2021.

OTA - Organic Trade Association. (2020). Organic Industry Survey. Disponível em: <https://ota.com/market-analysis/organic-industry-survey/organic-industry-survey>. Acesso em: 07 jul. 2021.

Portal do agronegócio. (2020). Consumo de alimentos orgânicos cresce mais de 50% no Brasil do Agronegócio. Disponível em: <https://www.portaldoagronegocio.com.br/ecologia/organico/noticias/consumo-de-alimentos-organicos-cresce-mais-de-50-no-brasil>. Acesso em: 07 jul. 2021.

Redclift, M.; Goodman, D. (1991). The machinery of hunger: the crisis of latin american food systems. In: Goodman, D.; Redclift, M. *Environment and Development in Latin America: the politics of sustainability*. Manchester: Manchester University Press. p. 182.

Roberts, P. (2009). *O Fim dos Alimentos*. Tradução: Ana Gibson. Rio de Janeiro: Elsevier.  
Souza, A. B.; *Et al.* (2020). Sistemas agroalimentares locais: possibilidades de novas conexões de mercados para a agricultura familiar. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 23, p. 1-20.

Valadares, A. A. *Et al.* (2020). Agricultura familiar e abastecimento alimentar no contexto do Covid-19: uma abordagem das ações públicas emergenciais. (Nota Técnica, n. 69) Brasília: Ipea. Viegas, M.T. (2016). *Agroecologia e circuitos curtos de comercialização num contexto de convencionalização da agricultura orgânica*. 2016. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós- graduação em Agroecossistemas, UFSC, Florianópolis.



### A LOGÍSTICA REVERSA DE MEDICAMENTOS COMO TEMA MOTIVADOR PARA A APRENDIZAGEM E A SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

Kamille Postay Losquiavo<sup>1</sup>; Vania Elisabete Schneider<sup>2</sup>; Odilon Giovannini Junior<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/Universidade de Caxias do Sul;

email: kamillepl.kl1@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Saneamento Ambiental/Universidade de Caxias do Sul, email: veschnei@ucs.br

<sup>3</sup>Universidade de Caxias do Sul, email:ogionvannini@gmail.com

#### RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma sequência didática com ênfase na educação científica e ambiental envolvendo alunos de ensino médio tendo como tema motivador a temática do descarte de medicamentos. O trabalho foi embasado na aprendizagem segundo Paulo Freire, o qual propõe a ideia de que o estudante assimila o objeto de estudo fazendo uso de uma prática envolvendo a realidade a fim de desenvolver a autonomia dos estudantes através da experiência, transformando-a em pensamentos e promovendo, assim, a aprendizagem. A sequência didática compreendeu um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas com foco na aprendizagem. Os resultados obtidos sugerem que este é um recurso facilitador para uma abordagem interdisciplinar na educação, com grande potencial na formação de cidadãos conscientes e alfabetizados científica e tecnologicamente diante do tema da logística reversa de medicamentos e os impactos ambientais associados ao descarte inadequado dos mesmos. As atividades propostas e o envolvimento, interação e participação dos estudantes colaboraram não apenas para a construção da aprendizagem, como também para o desenvolvimento de habilidades e competências no trato da questão dos resíduos de medicamentos e a responsabilidade do cidadão em promover a logística reversa, ampliando a percepção ambiental e a sensibilização para a problemática ambiental, configurando-se como uma prática que atende também aos pressupostos da educação ambiental.

**Palavras-chave:** Alfabetização Científica e Tecnológica, Descarte de medicamentos, Sequência



didática.

## REVERSE LOGISTICS FOR MEDICAL WASTE AS A MOTIVATING THEME FOR LEARNING AND ENVIRONMENTAL AWARENESS IN ELEMENTARY EDUCATION

### ABSTRACT

This paper presents the results of a didactic sequence with an emphasis on scientific and environmental education involving high school students with a motivating theme to the issue of medical waste disposal. The work was based on learning according to Paulo Freire, which proposes the idea that the student assimilates the object of study making use of a practice involving the reality in order to develop the autonomy of students through experience, Transforming it into thoughts and thus promoting learning. The didactic sequence comprised a set of activities sorted, structured and articulated with a focus on learning. The results suggest that this is a facilitating resource for an interdisciplinary approach to education, with great potential in the formation of scientifically and technologically aware and literate citizens in the subject of the reverse logistics for medical waste and the environmental impacts associated with the improper disposal of its. The activities proposed and the involvement, interaction and participation of the students collaborated not only for the construction of learning, but also for the development of skills in dealing with the issue of medical waste and the citizen's responsibility to promote reverse logistics, broadening environmental perception and raising awareness of environmental problems, setting up as a practice that also meets the assumptions of environmental education.

**Keywords:** scientific and technological literacy, disposal of medical waste, didactic sequence. Theme Area: Environmental Education.

### 1 Introdução

De acordo com Santos e Schnetzler (2014, p.62) o ensino atual tem por objetivo fazer com que o estudante se torne um cidadão interessado em aprender não só as relações que fazem sentido a ele, mas também aquelas as quais envolvem o meio no qual está inserido. Nesse sentido, o Ensino de Ciências



pode contribuir por meio de conhecimentos científicos, habilidades, competências e atitudes, fazendo com que o discente compreenda e posicione-se a respeito da sociedade, resolvendo situações-problema.

A escola, ao definir seu projeto político-pedagógico deve, de acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio - OCEM (BRASIL, 2006), proporcionar condições para que o educando conheça os fundamentos essenciais da investigação científica, com vistas a reconhecer que a ciência é uma atividade humana em constante transformação, que reúne fatores históricos, políticos, sociais, ambientais, culturais, religiosos e tecnológicos, não sendo vista mais como uma atividade neutra e sem efeito na sociedade, bem como fazer com que os estudantes saibam interpretar os impactos que o desenvolvimento científico e tecnológico podem causar na sociedade e no ambiente onde estão inseridos.

A busca de alternativas para promover a alfabetização científica dos indivíduos e torná-los mais críticos é um desafio para o ensino atual, pois é necessário que a educação o torne capacitado a relacionar o conhecimento científico com as situações vivenciadas, desenvolvendo aptidões para solucionar problemas (CHASSOT, 2016, p.123). Cabe ressaltar que a escola é o local ideal para que haja a mediação entre a teoria e a prática, ou seja, o científico e o cotidiano (GONDIM; MÓL, 2009, p. 2).

Sgarbi *et al* (2015, p. 3) afirmam que a alfabetização científica e tecnológica é uma alternativa para se trabalhar o contexto da cidadania socioambiental, uma vez que visa o cultivo de valores ético-culturais e socioambientais, com uma formação na ação, desenvolvendo soluções tecnológicas na busca de uma transformação social a partir do reconhecimento e apropriação do território envolvido.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 1998, p. 544) “a degradação ambiental e o aprofundamento das desigualdades sociais engendram uma das maiores crises da modernidade, e, também, a urgente necessidade de sua superação”. Por meio de ações educativas, formar-se-ão cidadãos responsáveis, críticos, participativos que aprenderão com os conhecimentos científicos adquiridos, os saberes tradicionais e os problemas que os cercam, tomar decisões e transformar o meio no qual integram.

Segundo Freire (2017, p. 67), a construção do conhecimento se dá a partir de assuntos que impactam o dia a dia da sociedade. Dessa forma, a escola, ainda de acordo com Freire (2017, p. 123), promove uma educação transformadora na formação de cidadãos autônomos e conscientes de sua prática.

Milaré, Richetti e Pinho (2009, p. 165), abordando o tema automedicação e ensino de química, em suas pesquisas, destacam que o ensino precisa desenvolver nos estudantes a capacidade de ver os conteúdos estudados em sala de aula nas situações do cotidiano. Para que isso aconteça, os mesmos



necessitam estar alfabetizados científica e tecnologicamente, pois precisam estar aptos a fazer a leitura do seu cotidiano para que, então, possam negociar uma forma de transformá-lo ou modificá-lo, quando necessário.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica – DCN (BRASIL, 2013), orientam para a abordagem de temas transversais, que são entendidos como forma de organizar o trabalho didático-pedagógico em que eixos temáticos integrados às disciplinas, às áreas ditas convencionais, de forma a estarem presentes em todas elas destacando, dentre os temas transversais, a educação ambiental. Os temas transversais têm por finalidade propiciar a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos sociais e produtivos.

Charbaje, Saraiva e Barros (2013, p. 230) afirmam que a educação ambiental, em uma instituição de ensino, apresenta-se como uma prática social voltada para diminuir e propor soluções para problemas socioambientais, já que mostra aos indivíduos que o homem faz parte do meio ambiente em que vive. Para Hoppe e Araújo (2012, p. 1249), a educação ambiental é um tema de suma importância para a preservação ambiental, porque aborda temas socioambientais que auxiliam nesse aspecto. Além disso, promove uma visão e leitura correta do cotidiano, principalmente em relação a aspectos como a contaminação do ambiente por resíduos sólidos, que provocam um desequilíbrio ambiental, fazendo com que a leitura, juntamente com a prática, possa modificar esse contexto.

Embasado nas orientações previstas nas DCN, utilizando-se do eixo temático educação ambiental, que visa formar indivíduos que construam valores sociais e intelectuais, como também desenvolver habilidades e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 2013, p. 516) definiu-se, como tema motivador, o descarte de medicamentos, também denominado de “logística reversa de medicamentos”. Esta temática foi regulamentada pela Lei Federal nº 12.305/10, sendo definida como um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. Por se tratar de um tema que envolve diretamente a participação da população, entende-se que esteja relacionada à realidade dos estudantes e deva ser abordado nas escolas no sentido de se alcançar os pressupostos da logística reversa. Segundo Leite (2009, p. 30) e Melo Júnior (2013, p. 2095), a prática da logística reversa é considerada como uma área específica que se preocupa com reutilização de produtos e materiais, iniciada na coleta dos produtos e peças usadas até o seu



processamento, com o intuito de assegurar uma recuperação sustentável.

A logística reversa é uma área pouco conhecida pela sociedade em geral. Desta forma, por meio de atividades de educação ambiental, principalmente àquelas realizadas nas escolas, possibilitará aos cidadãos uma atuação responsável e participativa frente a esta temática.

## 2 Métodos

O trabalho foi desenvolvido na forma de uma sequência didática, de natureza aplicada, uma vez que objetiva promover a construção de conhecimentos para aplicação prática buscando a solução de problemas específicos, os quais estejam envolvidos em interesses locais, conforme Moresi (2003, p.13).

A pesquisa teve um enfoque descritivo, que de acordo com Gil (2002, p. 42), tem por objetivo essencial a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Uma de suas características mais expressivas é a coleta de dados por meio de questionários e de observação. Considera-se ainda como uma abordagem qualitativa, segundo Gil (2008, p. 49), por ser uma atividade da Ciência, que visa a construção da realidade, mas que se preocupa com as ciências sociais em um nível de realidade que não pode ser quantificado, trabalhando com o universo de crenças, valores, significados e outros construtos profundos das relações que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis. A abordagem qualitativa implica em um processo de coleta de dados, onde o pesquisador, por um período de tempo, está em contato com a realidade examinada, trazendo assim, este contexto para o ambiente escolar, não só discutido, mas também investigado e trabalhado de acordo com o foco da proposta inserida (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 31).

A pesquisa é do tipo participante, que se caracteriza pela interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas no qual a comunidade participa na análise de sua própria realidade, sendo assim, orientada para a ação (GIL, 2002, p. 55).

O trabalho foi desenvolvido, com duas turmas do terceiro ano de ensino médio, envolvendo 46 estudantes na disciplina de Seminário Integrado, envolvendo diversas áreas do conhecimento. O trabalho foi desenvolvido envolvendo as etapas apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1- Etapas de desenvolvimento do trabalho**

<b>Etapa</b>	<b>Descrição</b>
Etapa I	Avaliação diagnóstica inicial dos estudantes sobre os conhecimentos prévios sobre medicamentos, por meio de um questionário exploratório.
Etapa II	Fundamentação teórica sobre as diferenças entre medicamentos e remédios, conforme Guia de Medicamentos da ANVISA.
Etapa III	Levantamento bibliográfico, em grupos: antibióticos, anti-inflamatórios, hormônios, analgésicos e antitérmicos. Após a pesquisa, os resultados foram apresentados para os demais grupos.
Etapa IV	Leitura e discussão sobre as legislações vigentes sobre resíduos sólidos e logística reversa de medicamentos.
Etapa V	Avaliação por meio de questões dissertativas.
Etapa VI	Visitas a farmácias próximas a escola e na região central da cidade e Unidade Básica de Saúde.
Etapa VII	Visita a duas cooperativas de reciclagem.
Etapa VIII	Levantamento dos medicamentos recolhidos nas cooperativas de reciclagem.
Etapa IX	Confecção do material de divulgação sobre descarte correto de medicamentos.
Etapa X	Mostra de trabalhos sobre descarte correto de medicamentos.
Etapa XI	Avaliação diagnóstica final por meio de análise textual qualitativa descritiva.

### 3 Resultados e Discussão

Um dos primeiros aspectos evidenciados através dos questionários aplicados na Etapa I diz respeito aos locais e condições de armazenamento de medicamentos nas residências onde são relatadas diferentes situações, não havendo critério específico e/ou conhecimento das orientações quanto aos cuidados com a conservação dos mesmos. De acordo com Schenkel, Mengues e Petrovick (2012, p.37) medicamentos devem ser armazenados em locais com ausência de luz e umidade, devendo-se considerar ainda o fator temperatura. Estes aspectos não são levados em consideração na totalidade dos domicílios dos estudantes envolvidos.

No que tange ao descarte de medicamentos pós-consumo, os procedimentos são variáveis, sendo o mais comum o descarte junto ao resíduo orgânico. O envio dos medicamentos às farmácias não é um procedimento padrão, configurando-se como práticas que podem comprometer a qualidade ambiental. Segundo Eichoff, Heineck e Seixas (2009, p. 2), “as substâncias químicas provenientes dos medicamentos, ao serem dispostos em locais inadequados e expostos a condições adversas de umidade, temperatura e luminosidade, podem transformar-se em substâncias tóxicas e afetar o equilíbrio do meio



ambiente, alterando ciclos biogeoquímicos e interferindo nas teias e cadeias alimentares”.

Relativamente à tipologia de medicamentos utilizados e armazenados nos domicílios, apresentam-se em maior quantidade os analgésicos e antitérmicos. De acordo com Pinto et al (2014, p.220), “o uso ou abuso de medicações está associado a fatores socioeconômicos e culturais, uma vez que medicamentos como os analgésicos podem ser vendidos sem prescrição médica”. Relaciona-se isso à prática da automedicação, particularmente em relação aos medicamentos citados que são armazenados preventivamente, sem prescrição, perdendo a validade no tempo ou a eficácia pelas condições de armazenamento. Com base nos dados coletados pelos alunos, evidencia-se ainda que a maior parte dos medicamentos são adquiridos com prescrição médica.

Dentre os medicamentos mais consumidos sob prescrição médica, aparecem os antibióticos. Isso pode ser explicado nas ações de controle estabelecidas a partir de 2010, quando o controle de medicamentos à base de substâncias classificadas como antimicrobianos passou a exigir a prescrição médica, de forma isolada ou em associação com outros compostos (ANVISA, 2010 a). O objetivo foi diminuir a resistência microbiana que tem como uma das causas o uso abusivo de antibióticos, e buscar estratégias para reduzir a contaminação pela bactéria *Klebsiella pneumoniae carbapenemase* (KPC) que causou várias mortes no Distrito Federal em 2010. Outros medicamentos adquiridos diretamente sem prescrição são por ordem de evidência os relaxantes musculares (9), antigripais (7), antoconcepcionais (6), anti-histamínicos (4), antieméticos (3), fitoterápicos (1), outros ou não informados (4)

Com relação aos riscos com o uso de medicamentos, os resultados evidenciam que a maioria das famílias têm ciência destes, sendo estendida esta compreensão aos riscos ao meio ambiente pelo descarte inadequado. Apenas seis entrevistados não conseguiram expressar a sua opinião sobre a questão. De acordo com Pires, Vigário e Cavaco (2015, p.4), as pessoas não costumam ler as bulas de medicamentos devido a sua elegibilidade, pois muitas vezes essas possuem tamanho de letras muito pequenas, exagero de informações, além de termos desconhecidos e problemas na compreensão dos textos, o que dificulta o acesso às informações fundamentais sobre os medicamentos, podendo ser uma das causas do consumo indiscriminado dos mesmos.

Quanto aos questionamentos acerca do destino às farmácias de medicamentos pós-uso, a maioria tem ciência da importância desta prática na minimização dos danos ao meio ambiente. Eickhoff, Heineck e Seixas (2009, p. 65) defendem o uso de coletores de medicamentos vencidos ou inutilizados como uma estratégia para reduzir o fluxo de medicamentos descartados no meio ambiente, minimizando assim seus



impactos.

A Etapa II do trabalho envolveu a fundamentação teórica acerca dos medicamentos através da busca de informações pelos próprios alunos e, após, apresentados numa mesa redonda, equalizando-se, assim, os conhecimentos e dúvidas trazidas pelos estudantes. Esta última foi complementada pela Etapa III através do levantamento bibliográfico acerca de alguns medicamentos específicos: antibióticos, anti-inflamatórios, hormônios, analgésico e antitérmico. Os levantamentos realizados em grupo foram apresentados em um seminário em que os aspectos relativos à contaminação ambiental e a logística reversa de medicamentos ficaram evidentes (Figura 1). A atividade veio ao encontro dos pressupostos da Alfabetização Científica e Tecnológica proposta por Chassot (2016, p. 232) onde os estudantes adquirem conhecimento a partir da resolução de problemas, relacionadas ao seu cotidiano, neste caso o descarte de medicamentos.

**Fig. 1 Cartazes elaborados por estudantes.**



**Fonte: Dados da pesquisa**

A Etapa IV envolveu a busca de conhecimentos acerca da legislação vigente sobre resíduos e logística reversa de medicamentos. Os resultados da pesquisa foram apresentados pelos grupos, igualmente na forma de seminário, onde observou-se o processo de alfabetização científica visto que, dotados do conhecimento das legislações, embasados tecnicamente, estavam motivados a buscar um maior entendimento sobre o assunto e propondo-se a promover uma mudança de paradigmas e na qualidade de vida da população, trazendo com isso a ideia de autonomia, proposta por Freire (2017, p. 58), onde a construção do conhecimento se integra aos conteúdos ensinados em sala de aula em relação à prática da realidade.

As questões dissertativas desenvolvidas na Etapa V buscaram evidenciar os conhecimentos



adquiridos até então, particularmente em relação ao descarte de antibióticos e produtos hormonais no meio ambiente, sendo que 39,13% entendem que os antibióticos contaminam o meio ambiente, 52,17% citam que estes podem causar resistência bacteriana e 8,7% destacam os efeitos sobre o meio ambiente e para a espécie humana. Quanto aos anticoncepcionais, 39,13% destacam os danos na cadeia alimentar, pois alteram a sexualidade dos peixes, 6,52% relataram que, dependendo do tempo de exposição a estes medicamentos, os organismos correm o risco de desenvolver anomalias, 43,48% citaram que os anticoncepcionais podem prejudicar a reprodução dos peixes e causar extinção de algumas espécies e 10,87% podem causar doenças nos seres humanos.

Verifica-se, através das respostas, a compreensão dos danos que o descarte incorreto de medicamentos podem causar não apenas ao meio ambiente, mas também aos seres humanos. Tais observações vêm de encontro aos ensinamentos de Freire (2017, p.15), que enfatiza que o conhecimento é algo inacabado, sendo um processo que se desenvolve continuamente, incorporando novos elementos.

As visitas às Farmácias e Unidades Básicas de Saúde, realizadas na Etapa VI, envolveram cinco estabelecimentos próximos à escola e na região central da cidade, além de uma UBS, onde foram aplicados questionários aos funcionários, envolvendo questões relativas à validade, ao recebimento, ao armazenamento, ao destino para descarte, legislação entre outros, dos medicamentos fora de uso ou vencidos por parte de clientes/pacientes.

Evidenciou-se, nesta etapa, que quatro farmácias e a UBS eram conhecedoras da legislação vigente. No entanto, apenas uma farmácia estava adequada para a recepção de resíduos de medicamentos. A UBS e as demais farmácias ainda teriam que ajustar-se à legislação vigente a qual passa, principalmente, pela definição e adequação dos espaços para armazenamento. No que tange a promoção de campanhas conscientizando a população, constatou-se que nenhum dos locais dos entrevistados realizam.

Diante das respostas obtidas junto às farmácias e UBS, promoveu-se um debate em sala de aula. Algumas das verbalizações são apresentadas no Quadro 2.

### Quadro 2. Verbalizações dos estudantes acerca das visitas às farmácias e UBS.

E1	<i>“Como um estabelecimento de saúde, como uma UBS, não procuram orientar seus pacientes para não tomarem medicamentos vencidos e descartá-los de forma correta” (PHF).</i>
E2	<i>“Farmácias que não conhecem a Lei sobre a prática da Logística Reversa de Medicamentos, não poderiam permanecer funcionando” (AP).</i>
E3	<i>“Não se preocupar que os medicamentos sejam descartados nos lixos orgânicos e afirmar que tal ação não causa nada, é muito preocupante” (DD).</i>
E4	<i>“Realmente a população precisa ser informada que os medicamentos causam problemas, pois as farmácias só estão preocupadas em vender os mesmos sem se importarem como essa substâncias serão descartadas no meio ambiente” (JQ).</i>
E5	<i>“Queria ver o procedimento que as farmácias adotariam, em relação ao descarte de medicamentos em qualquer lugar, caso os acordos setoriais<sup>1</sup> estivessem em vigor” (FD).</i>

Essas afirmações evidenciam que os estudantes tiveram discernimento, autonomia e domínio sobre o tema em questão, uma vez que expressaram suas opiniões de forma concisa e embasada nos conhecimentos adquiridos ao longo do desenvolvimento do trabalho. Tais ações vêm ao encontro da abordagem de Freire (2017, p. 67), que considera a construção da aprendizagem relacionada à apreensão da realidade, juntamente com os conhecimentos adquiridos no âmbito escolar e por fim, a transformação da mesma para algo melhor e produtivo.

A visita às cooperativas de reciclagem, realizada na Etapa VII, teve por objetivo verificar o descarte de medicamentos, pela população, junto aos resíduos recicláveis, observando-se o que expressa Viveiro e Diniz (2009), para quem, as atividades de campo permitem a exploração de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, facilitando a interação dos estudantes com o meio ambiente em situações reais, aguçando a busca pelo saber. Nesta etapa, os estudantes observaram o funcionamento da Central reportando questionamentos aos catadores. Em ambas as recicladoras, os catadores afirmaram que, diariamente, são encontrados medicamentos de diversas tipologias (analgésicos, pomadas, entre outros), normalmente em suas embalagens (*blisters*), frascos. Os catadores afirmaram que, quando em bom estado ou dentro do prazo de validade, estes são reservados e utilizados por eles. Os demais resíduos de medicamento são destinados aos rejeitos, que são coletados por uma empresa terceirizada e destinados ao aterro sanitário. Os catadores afirmam desconhecer outras formas de descartá-los, desconhecendo igualmente do que trata a logística reversa, mostrando-se interessados em conhecer mais sobre a temática.

Retornando à sala de aula, promoveu-se uma discussão sobre a vivência realizada em que as verbalizações ressaltaram a curiosidade e o espanto em relação às informações obtidas e às observações realizadas, com destaque para o fato dos catadores utilizarem os medicamentos que encontram-se dentro

do prazo de validade. Algumas verbalizações são apresentadas no Quadro 3.

**Quadro 3 – Verbalizações acerca da visita às Centrais de Triagem**

E1	<i>“Como as pessoas podem ingerir medicamentos que encontram dentro de lixo seletivo? Isso é um perigo!” (AS).</i>
E2	<i>“Quantos problemas essas pessoas estão causando para si e suas famílias utilizando medicamentos que estavam no lixo” (LM).</i>
E3	<i>“Com essas ações, de ingerir medicamentos que não sabem de onde vem e de devolvê-los para a CODECA, esses recicladores não sabem o mal que estão causando para todos que o cercam” (JL).</i>
E4	<i>“Ambientes impróprios para descartar medicamentos e consumo errado dos recicladores podem ser um fator que esteja ajudando para a poluição ambiental” (LR).</i>
E5	<i>“Não é por acaso que o meio ambiente está cada dia pior, quanto produto perigoso que é descartado sem cuidado algum” (GR).</i>

Observa-se, através das verbalizações, que a atividade auxiliou na promoção da autonomia, domínio e comunicação dos estudantes, uma vez que estes puderam relacionar os ensinamentos adquiridos nas aulas com a prática. Segundo Freire (2017, p. 67), o aprendizado se faz por meio da relação do cotidiano com os ensinamentos adquiridos em sala de aula, tornando-os indivíduos ativos e participantes no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, por meio das atividades práticas, tornam-se alfabetizados científica e tecnologicamente pois segundo Chassot (2016, p.89), ao se envolverem com a construção dos conhecimentos, estão conquistando sua autossuficiência e realizando uma leitura crítica do mundo. Desta forma, manifestaram suas considerações e alternativas para mudar a realidade que estão vivenciando.

A Etapa VIII envolveu o levantamento dos medicamentos coletados junto às cooperativas de reciclagem e segregados pelos catadores, com vistas a verificar que tipos de medicamentos são utilizados pela população e descartados junto ao resíduo seletivo. Os medicamentos foram separados de acordo com seu tipo e princípio ativo e, posteriormente, embalados em sacos plásticos, pesados e armazenados na escola (Figura 4).O resultado da análise dos medicamentos pode ser observado na Tabela 1.

**Tab. 1:** Medicamentos descartados nas cooperativas de reciclagem

Tipos de medicamentos	Massa (g)	Tipos de medicamentos	Massa (g)
Analgésicos	398	Colesterol	180
Antibióticos	348	Diuréticos	110
Anticonvulsivos	240	Gástricos	112
Antihistamínicos	15	Hormônios	148
Anti-inflamatórios	199	Psicofármacos	194
Broncodilatadores	271	Polivitamínicos	288
Cálcio	565	Outros (suplementos e fitoterápicos)	773
Cardiovasculares	291	Total	4.132

**Fig. 4** Estudantes durante a separação e pesagem dos medicamentos



A descrição e pesagem dos medicamentos serviram para que os estudantes pudessem verificar, na prática, que a população realiza o descarte de medicamentos de maneira inadequada. Os alunos comprovaram a necessidade de informar à comunidade escolar sobre os riscos ao meio ambiente e a saúde da população. Os conhecimentos adquiridos pelos estudantes demonstram que os mesmos já apresentam discernimento para compartilhar seu aprendizado com os que os circundam. Tais ações tornam os estudantes autores da própria autonomia e aprendizagem. Conforme propõe Freire (2017, p. 132), só se constrói um aprendizado quando nos inserimos e dialogamos com o mundo que nos cerca.

A Etapa IX envolveu a confecção do material de divulgação sobre descarte correto de medicamentos pelos estudantes. Foram confeccionados folders, guia explicativo, caixinhas para descartar os resíduos e uma página nas redes sociais, conforme apresentado na Figura 5. A confecção dos materiais reforçou e

demonstrou que, a essa altura do desenvolvimento do trabalho, os estudantes já apresentavam os construtos da alfabetização científica e tecnológica estabelecidos por Chassot (2016, p.72), que evidenciaram a autonomia, domínio e comunicação.

**Fig. 5** Estudantes confeccionando materiais de divulgação



**Fig. 6** : Mostra de trabalhos



Fonte: Dados da pesquisa realizada pelos autores

A Etapa XI consistiu na avaliação diagnóstica final, desenvolvida a partir da produção textual. Algumas das verbalizações são apresentadas no Quadro 4.

**Quadro 4:** Verbalizações dos estudantes na avaliação final

E1	<i>“Quando os medicamentos são descartados em lixo comum ou em qualquer outro meio inadequado acabam contaminando a água, o solo e ainda podem causar intoxicação em animais e pessoas. São resíduos tóxicos ao meio ambiente” (AD).</i>
E2	<i>“O descarte incorreto de medicamentos vencidos ou de suas sobras, feito geralmente em lixo comum, agride o meio ambiente e a saúde humana” (IRMC).</i>
E3	<i>“Com o trabalho aprendi que medicamentos são todas as substâncias produzidas em laboratórios que tem normas e leis. Já remédios é tudo que alivia nossa dor como chás, repouso, etc.” (EP).</i>
E4	<i>“Aprendi com as atividades realizadas nesse projeto que remédio é tudo que ajuda a passar nossas dores como banho quente, chás, massagens e muito outros e medicamentos é todo material elaborado por fábricas/laboratórios especializados para fazer esses produtos” (PS).</i>
E5	<i>“O trabalho realizado foi uma forma de mudar a visão da sociedade, fazendo com que a mesma observasse mais seus hábitos, muitas vezes mecânico de descartar os medicamentos, pois compreenderam que essas atitudes podem prejudicar o planeta” (CF).</i>
E6	<i>“As ações realizadas, especialmente a mostra de trabalhos, foram uma lição para a sociedade, já que puderam ver o quanto estamos prejudicando o meio ambiente e a nós mesmos jogando os medicamentos em lixo comum. Além disso, observou-se que cabe a cada um fazer sua parte para ajudarmos a natureza e com isso, soframos o mínimo possível com as consequências desses atos” (BS).</i>
E7	<i>“Para mim, o trabalho teve uma grande relevância, pois tive um amplo aprendizado sobre esse tema que é tão pouco divulgado, onde um ato, até então considerado inocente, pode causar sérios e graves problemas ao ecossistema. Devido a isso, repensei minhas atitudes e ações e resolvi passar esses conhecimentos para outras pessoas, para que elas também ajudem a cuidar do meio ambiente” (KHS).</i>
E8	<i>“O trabalho para mim foi de extrema relevância, ao abordar um assunto inovador, superinteressante de aprender, pouco divulgado e explorado. Com as atividades realizadas, durante o semestre, pude compreender a importância de observar mais o meio em que estamos inseridos, cuidando com nossas ações, pois em algum momento receberemos o retorno das mesmas, como foi possível verificar no decorrer da execução do projeto, referindo-se a extinção de determinadas espécies e alterar um local inteiro pelo simples fato de jogar um medicamento no lixo” (JZ).</i>
E9	<i>“O projeto me mostrou outra forma de observar o mundo, ou seja, que simples atitudes podem mudar toda uma cadeia de acontecimentos. O fato de descartarmos de maneira incorreta os medicamentos auxiliou-me a compreender que tudo no mundo tem uma ligação, essa atitude pode causar problemas ao meio ambiente, como contaminar, por exemplo, as águas que acabam voltando para o nosso consumo e, muitas vezes, causando problemas à nossa saúde. Com as atividades propostas e realizadas, pude aprender qual a forma correta de proceder e também de informar outras pessoas para praticarem a ideia proposta no trabalho” (AD).</i>



Conforme os relatos citados acima evidencia-se as ideias de Viana, B., Viana, S. e Viana, K. (2016, p. 63), que “a educação ambiental serve na preparação do cidadão para a reflexão crítica voltada à conservação do meio ambiente, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”. Observou-se que os discentes conseguiram construir uma aprendizagem duradoura e concisa sobre o tema proposto, pois conseguiram transmitir para a comunidade escolar seus conhecimentos, explanando sobre a prática correta de descarte de medicamentos e sua relevância. Estes aspectos ressaltam a importância da aprendizagem baseada em estudos do cotidiano por meio da reunião dos saberes dos estudantes com a de experiências transformadas em pensamento, promovendo a aquisição de conhecimentos, tornando-os cidadãos críticos e capazes de resolver situações-problema (FREIRE, 2017, p. 57).

#### 4 Considerações Finais

O principal desafio a ser enfrentado ao propor uma sequência didática, é motivar os estudantes a executar atividades que os tornem protagonistas na construção da sua aprendizagem, pensarem e emitirem opiniões, principalmente sobre aspectos que podem alterar seu cotidiano. Esta forma de abordagem traz para o âmbito escolar o cotidiano, visando conhecê-lo e transformá-lo por meio do diálogo, compartilhamento de informação e o domínio do conhecimento, promovendo a aprendizagem e buscando construir a sua própria autonomia. Quando os estudantes são possibilitados a vivenciarem a construção dos conhecimentos, estes conseguem ver a aplicabilidade do que está sendo apreendido, tornando a aprendizagem significativa. A aprendizagem, neste contexto, é eficaz quando a motivação, o interesse, a habilidade de interagir com os diversos contextos apresentados e a habilidade de compartilhar experiências são vivenciadas.

A autonomia dos estudantes foi construída pelo estabelecimento de relações entre os assuntos desenvolvidos em sala de aula relacionados à realidade vivenciada por eles, além do seu domínio e a capacidade de se comunicar. Considerando-se que a população é a peça chave na solução dos problemas causados pelos medicamentos quando inadequadamente descartados no ambiente é necessária a educação, juntamente com a consciência ambiental e o acesso à informação correta para que assim possam exercer, de forma plena, a defesa da sustentabilidade.

Perante isso pode-se concluir que a aprendizagem ocorrerá, de fato, quando o professor deixar de ser o detentor do conhecimento e passar a ser o mediador que auxilia na construção do mesmo, por meio de ações que incluam os saberes dos estudantes, relacionando-os com as experiências adquiridas em sala de





aula para promover, dessa maneira, a aprendizagem que tornar-se-á significativa, produtiva e duradoura.

O objetivo de promover a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes de ensino médio em relação ao descarte correto de medicamentos, foi atingido, já que os mesmos desenvolveram a autonomia por meio da relação dos assuntos desenvolvidos em sala de aula, juntamente com as capacidades de investigação e comunicação. A partir das atividades realizadas, observa-se que a sequência didática contribuiu para o desenvolvimento das competências e habilidades dos estudantes diante das atividades propostas. Por acreditar que a aprendizagem se faz por meio de interações entre teoria e prática, ou seja, cotidiano e ambiente escolar, as atividades executadas e avaliadas, durante a realização desse estudo, compõem um guia didático de apoio para professores do ensino fundamental e médio, a fim de contribuir para a socialização de ações que auxiliem na construção do conhecimento a serem desenvolvidas no contexto escolar.

### Referências

Brasil (1998). Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF.

Brasil (2013). Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. – Brasília: MEC, p. 1-546, 2013.

Brasil (2010). Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 06 de maio de 2015.

Carvalho, E.V; *Et al.* (2009). Aspectos legais e Toxicológicos do descarte de medicamentos. Rev. Bras. Toxicologia, São Paulo, v. 22, n.1.

Charbaje, R. R; Saraiva, I.S; Barros, M.D.M. (2013). Educação Ambiental no âmbito Formal de Ensino: uma abordagem para a formação de cidadãos. Revista Ambiente e Educação, Rio Grande, v. 16, n. 2.

Chassot, A. (2016). Alfabetização Científica: questões e desafios para educação. 7ª ed. Ijuí: Ed. UNIJUI.

Da Silva Viana, Bartira Araújo; *Et al* (2016). Educação ambiental e resíduos sólidos: descarte de medicamentos, uma questão de saúde pública. Revista geográfica acadêmica, v. 10, n. 2.

Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. (2009). Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. (Approach of socioscientific issues in science classroom: possibilities and constraints). Investigações em ensino de Ciências, v. 14, n. 2.



Eickhoff, P.; Heineck, I., Seixas, L. J. (2009). Gerenciamento de destinação final de medicamentos: uma discussão sobre o problema. Revista Brasileira de Farmácia. Porto Alegre. Disponível em: [http://rbfarma.org.br/files/pag\\_64a68\\_208.pdf](http://rbfarma.org.br/files/pag_64a68_208.pdf). Acesso em 14 abril 2015.

Freire, A.M.A. (2006). Paulo Freire: Uma História de Vida. 1ª Edição Editora Villa das Letras. Indaiatuba, SP.

Freire, P. (1993). Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freire, P. (2017). Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra. 55ª edição.

Gerhardt, T. E; Silveira, D. T.(organizadoras). (2009). Métodos de Pesquisa. 1ª Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS.

Gil, A. C (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo : Atlas.

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo : Atlas.

Hoppe, T.R.G; Araújo, L.E.B. (2012). Contaminação do meio ambiente pelo descarte inadequado de medicamentos vencidos ou não utilizados. Monografias Ambientais. Universidade Federal de Santa Maria, v 6, nº 6.

Leite, P. R. (2009). Logística Reversa: Meio ambiente e competitividade. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

Mello, L; Guazzelli, I. (2011). A alfabetização científica e tecnológica e a educação para a saúde em ambiente não escolar. R. B. E. C. T. Vol. 4, núm. 1, jan./abr.

Melo Júnior, T. A.; Dândaro F.; Ambroseto, G.; Tabah J. (2013). Estudo de caso: coleta e logística reversa para lâmpadas fluorescentes no município de Franca, SP. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. v.10, n. 10, p. 2091-2101, jan./abr.

Melo, S. A. S.; *Et al* (2009). Degradação de fármacos residuais por processos oxidativos avançados. Química nova, v. 32.

Milaré, T.; Richetti, G. P.; Pinho Alves, J. P. (2009). Alfabetização científica no ensino de Química: uma análise dos temas da seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 165- 171, agosto de 2009. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31\\_3/03-QS-0809.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/03-QS-0809.pdf). Acesso em: 03 nov. 2016.

Moresi, E. (2003). Metodologia da Pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília.

Pinto, G, M,F. Et al. (2014). Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de



Paulínia (SP), Brasil. Eng. Sanit.Ambient ,v.19 ,n.3, p. 219-224, jul- set.

Pires, C; Vigario, M; Cavaco, A. (2015). Legibilidade das bulas dos medicamentos: revisão sistemática. Revista de Saúde Pública, v. 49, n. 7, p. 1-13.

Santos, W. L. P. e Schnetzler, R. P. (2014). Educação em Química: Compromisso com a cidadania. 4ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí.

Schenkel, E.P; Mengue, S. S; Petrovick, P. R. (Org.). (2012). Cuidados com os medicamentos. 5.ed., ver. Florianópolis: UFS.

Sgarbi, A.D. *Et al.* (2015). Alfabetização Científica no contexto da Sustentabilidade: a cidade como mediadora da educação de agentes socioambientais. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015, p. 1-8.

Souza, C.P.F. A.; Falqueto, E. (2015). Descarte de Medicamento no meio Ambiente no Brasil. Revista Brasileira de Farmácia, v.96, n. 2, p. 1142-1158.



### **DESCARTE INCORRETO DE MEDICAMENTOS VENCIDOS OU NÃO UTILIZADOS NA CIDADE DE XANXERÊ**

Paola Spricigo<sup>1</sup>; Silvia Mara Zanela Almeida<sup>1</sup>; Elisangela Bini Dorigon<sup>1</sup> Manuela Gazzoni dos Passos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Funoesc/Facisa, e-mail: paolaspricigo34@gmail.com

#### **RESUMO**

O avanço na ciência e as melhorias na saúde proporcionaram um aumento na produção de medicamentos, que grande parte das vezes, depois de vencidos, são descartados de maneira incorreta, a maioria das vezes em lixo comum. Os resíduos, quando entram em contato com o solo e água, podem causar contaminações, e mesmo passando por uma rede de tratamento não são eliminados totalmente. O objetivo da pesquisa foi analisar o destino que a população e as farmácias dão para medicamentos vencidos ou que não são mais utilizados na cidade de Xanxerê – SC. Realizou-se um estudo transversal, com amostra intencional. Considerando o critério de exclusão das farmácias e da população a recusa em responder o questionário. Determinou-se como critério de inclusão idade superior a 18 anos. A coleta de dados ocorreu período de fevereiro e março de 2020. Foram entrevistadas 312 pessoas de ambos os sexos e 20 farmácias. A população foi questionada sobre onde descartam medicamentos e os danos que os mesmos podem causar ao meio ambiente. Os resultados demonstraram que a maioria das pessoas descartam de forma incorreta, muitas vezes por falta de informação, por acomodar-se ou por acharem que não há mal nenhum na ação. Considera-se que o uso de medicamentos de forma inadequada, assim como o descarte dos mesmos no meio ambiente gera danos ao ecossistema e à saúde, muitas vezes irreversíveis.

**Palavras-Chave:** Medicamentos, Gerenciamento de resíduos, Ambiente, Saúde.

### **INCORRECT DISPOSAL OF EXPIRED OR UNUSED MEDICATIONS IN THE CITY OF XANXERÊ**

#### **ABSTRACT**

Advances in science and improvements in health have provided an increase in the production of medicines, which most of the time, after expired, are disposed of incorrectly, most often in common



waste. The residues, when they come into contact with the soil and water, can cause contamination, and even passing through a treatment network they are not completely eliminated. The objective of the research was to analyze the destination that the population and pharmacies give to expired medicines or that are no longer used in the city of Xanxerê - SC. A cross-sectional study was carried out, with an intentional sample. Considering the exclusion criterion of pharmacies and the population, the refusal to answer the questionnaire. Age over 18 years was determined as an inclusion criterion. Data collection took place between February and March 2020. 312 people of both sexes and 20 pharmacies were interviewed. The population was asked where they discard medicines and the damage they can cause to the environment. The results showed that most people discard incorrectly, often due to lack of information, to accommodate or because they think that there is no harm in the action. It is considered that the use of medicines inappropriately, as well as their disposal in the environment, causes damage to the ecosystem and health, often irreversible.

**Keywords:** Medicines, Waste management, Environment, Health.

## 1 Introdução

Os medicamentos de modo geral marcaram uma revolução nos ofícios da saúde pública e no exercício da medicina, alcançando lugar na terapêutica contemporânea. Porém, por conta do marketing farmacêutico e da facilidade de obtenção, o seu uso se intensificou e tornou-se rotineiro, gerando acúmulo desses produtos nas residências, fazendo com que a população se considerasse isenta dos riscos inerentes a manutenção dos mesmos (Bueno et al., 2009).

O resíduo de medicamentos nas residências, ocorre por várias causas, dentre elas a obtenção destes sem orientação médica e em quantidade além da necessária para o tratamento, a gestão inadequada das farmácias e demais estabelecimentos de saúde em relação a distribuição, e as amostras-grátis entregues pelos laboratórios farmacêuticos como modo de propaganda (Silva, 2011).

No Brasil, existe uma farmácia para cada 2.700 habitantes, número muito próximo ao dos países europeus. Observa-se um aumento no consumo de medicamentos (Abrafarma, 2020). Dessa forma, boa parte da população brasileira possui medicamentos em sua residência, acumulando-os de forma a constituir o que se pode denominar de farmácia caseira, da qual também fazem parte não apenas medicamentos, mas outros instrumentos relacionados à saúde (Bueno et al., 2009).

É importante ressaltar que o armazenamento dos medicamentos na farmácia caseira deve manter a



qualidade. Junto disso a população precisa ter em mente o uso racional da medicação autônoma e os riscos que ela oferece. Segundo Nascimento (2005), o uso de medicamentos está ultrapassando as barreiras terapêuticas. Estes são consumidos cada vez mais com a finalidade de modelar o corpo conforme o padrão que a sociedade impõe, rigorosamente estabelecidos na cultura.

Após estudos contataram-se que há instabilidade dos medicamentos dentro do prazo de validade, segundo análise realizada com produtos que continham dipirona na forma líquida, nas residências de Araraquara, SP, houve a perda do teor da mesma em até 42,6% quando comparados a controles comerciais. O que justifica a necessidade de orientação associando ao armazenamento dos medicamentos nas residências e seu bom estado de conservação. Ressaltando que a temperatura, presença de oxigênio, luz solar, radiação e umidade tem grande influência na conservação destes fármacos (Bueno et al., 2009).

De acordo com Kuster; Adler (2014) os medicamentos são considerados micropoluentes. Sua disposição pode ser direta ou indireta. A direta ocorre quando ele é descartado diretamente no lixo, pia ou vaso sanitário ou, ainda, na água ou no solo. A indireta ocorre na excreção natural, os fármacos são biotransformados antes de serem dispostos pelas vias sanitárias normais. Neste caso, a extensão do metabolismo e da transformação do fármaco dependerá da sua farmacocinética bem como da genética e das condições de saúde de cada usuário.

As práticas inadequadas do descarte de medicamentos podem atingir diretamente o meio ambiente, a fauna, flora e a saúde pública. Deve-se ter atenção em debater sobre a gestão de medicamentos em desuso e adotar sugestões para minimizar o problema, que hoje infelizmente não é muito visível pela população em geral (Silva, 2011).

A prática vigente de lançar diretamente nos esgotos os medicamentos vencidos ou os não utilizados, fazem com que estes cheguem às estações de tratamento na sua forma original, contribuindo assim com a contaminação ambiental, inclusive com graves prejuízos para a fauna e flora aquáticas. O descarte juntamente com o lixo comum também apresenta riscos para a saúde pública, estes podem ser ingeridos por terceiros, principalmente crianças e pessoas carentes (Machado; Binsfeld, 2013).

Em função do descarte irregular dos resíduos medicamentosos, com frequência são registrados a presença de alguns princípios ativos em água, solo e esgoto, excreções de metabolitos e complexos que não são eliminados nos processos de tratamentos. Os compostos encontrados muitas vezes são também de uso veterinário, que como os medicamentos de uso humano também deveriam ser descartados em seus devidos locais, neste caso, em agropecuárias, veterinárias ou até mesmo nos pontos de vendas destes

(Silva, 2011).

As consequências desses fármacos para o meio ambiente ainda não são muito conhecidas, contudo, a maior atenção se deve em relação à presença destas substâncias na água, pois é mais fácil de ocorrer o contato direto com a saúde humana, animal e de organismos aquáticos. Há grupos de fármacos que merecem uma atenção maior, dentre eles estão os antibióticos e os estrogênios. Devido ao desenvolvimento de bactérias resistentes e pelo seu potencial de afetar adversamente o sistema reprodutivo de organismos aquáticos (Eickhoff et al., 2009).

Assim este trabalho justifica-se pela preocupação ao modo que a população e as farmácias descartam os medicamentos vencidos ou que não tem mais uso, e também visando a importância de levar a informação aos entrevistados de que o assunto é sério e pode causar danos a curto e longo prazo.

### **Objetivos**

Os objetivos deste estudo foram:

- 1- Conhecer o destino dos medicamentos vencidos ou que não são mais utilizados pela população do município;
- 2- Identificar os fármacos mais descartados por categorias.
- 3- Observar o conhecimento da população sobre a temática.

## **2 Métodos**

Realizou-se um estudo transversal, com amostra intencional, formada pela população do centro e de alguns bairros de Xanxerê, SC. Fez parte da amostra de pesquisa 20 farmácias comerciais. Considerando o critério de exclusão das farmácias e da população a recusa em responder o questionário.

Determinou-se como critério de inclusão idade superior a 18 anos, não havendo idade limite superior, desde que o entrevistado possuísse condições para responder. A coleta de dados foi realizada pelas pesquisadoras nas ruas dos bairros e do centro durante o dia, entrevistando apenas xanxerenses no período de fevereiro e março de 2020.

A pesquisa envolveu munícipes da cidade de Xanxerê- SC, de ambos os sexos. Foram entrevistados 312 pessoas. A população foi questionada sobre diversos pontos do assunto principal, desde onde descartam medicamentos, até os danos que os mesmos podem causar ao meio ambiente.

### 3 Resultados e Discussão

Considera-se nessa pesquisa que os medicamentos são produtos destinados ao controle de patologias. No entanto, podem causar danos ao ambiente e à saúde humana, quando a quantidade de medicamentos adquirida pelos pacientes for superior a necessária ou recomendada pelo profissional de saúde, gerando sobras, e que muitas vezes é descartada de maneira inadequada.

A pesquisa foi realizada com 20 farmácias localizadas no município de Xanxerê, SC, onde foi questionado se havia pontos de coleta de medicamentos vencidos ou que não são mais utilizados pela população. Das farmácias pesquisadas, 14 possuem ponto de coleta, 5 delas não possuem e uma recusou-se a responder o questionário. Notou-se uma certa insegurança e resistência em alguns estabelecimentos.

Segundo relatos obtidos no decorrer da pesquisa, a população em geral não faz a devolução com frequência de medicamentos, acumulando-os em casa, ou descartando de forma incorreta. No entanto observou-se o interesse em saber qual o destino que as farmácias dão a estes medicamentos e se possui algum custo para as mesmas. Estes medicamentos são destinados a empresas que dão suporte as farmácias.

De acordo com os estabelecimentos farmacêuticos entrevistados, as empresas que coletam incineram os medicamentos recolhidos. Essa coleta é feita uma vez ao mês ou a cada 15 dias, dependendo da demanda, porém estes prestam serviço para todas as farmácias do município, mesmo naquelas que não possuem ponto de coleta para a população e geral, pois a própria farmácia também tem medicamentos vencidos e precisam dar o descarte correto para os mesmos.

No município da pesquisa a grande parte dos atendentes dos estabelecimentos, não tem acesso aos medicamentos que são depositados nas urnas, pois essas urnas ficam localizadas logo na entrada do estabelecimento. Quando a farmácia dá o destino correto para estes fármacos não realiza a observação e análise dos mesmos e muito menos os separam por classes, sendo assim não ocorre o contato direto a eles.

Ainda de acordo com os entrevistados, é baixo o recebimento dos medicamentos nos pontos de coleta. Porém quando chegam, as categorias mais frequentes são: anti-inflamatórios, antibióticos, anticoncepcionais, remédios controlados e manipulados, foram citados ainda medicamentos para pressão alta, diabetes, depressão, tireoide e colesterol.

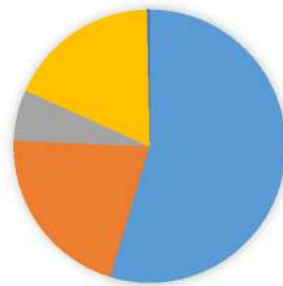
Pesquisa realizada por Pinto et al. (2014), dentre os medicamentos mais citados no descarte



encontram-se os antibióticos (39%), analgésicos (33%) e anti-inflamatórios (16%). Para Bila; Dezotti (2003) o uso desenfreado de antibióticos pode acarretar problemas ambientais, como a contaminação dos recursos hídricos. Essas substâncias são frequentemente encontradas em efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e, por serem bastante persistentes, não são totalmente removidas durante os tratamentos convencionais de água.

Grande parte da população entrevistada não descarta corretamente os fármacos (Figura 1). Resultados semelhantes foram observados por Bueno et al. (2009) onde a maioria dos entrevistados (56,87%) descartavam os medicamentos no lixo comum. Há pouca preocupação por parte dos cidadãos quanto aos riscos que estes podem causar ao meio ambiente.

**Fig. 1 Locais de descarte de fármacos pelos entrevistados.**



**Fonte: Autores, 2020.**

O descarte incorreto de medicamentos pode ocasionar a contaminação do solo e, conseqüentemente, dos lençóis freáticos, atingindo animais, vegetação e o homem, pois os medicamentos contêm substâncias que não se degradam naturalmente (Alvarenga; Nicoletti, 2010; Pinto et al., 2014). O que chama atenção é que mesmo os populares que descartam os fármacos em locais apropriados não tinham conhecimento dos danos ambientais que os mesmos causam.

Importante ressaltar que conforme observado na pesquisa, o descarte incorreto destes fármacos é feito normalmente a cada 4 meses ou um ano, pela grande maioria dos entrevistados. Já os que descartam corretamente fazem isso com menos frequência ainda, geralmente uma vez ao ano, ou a cada dois anos, quando há uma quantidade significativa para o descarte, assim acumulando-os em casa, na popular farmácia caseira, até seu vencimento.

Dos entrevistados, 34,5% não possuem conhecimento algum, sobre como este serviço é prestado



pelos estabelecimentos do município, 65% deles conhece farmácias ou locais corretos para descarte dos medicamentos. Estes relataram que obtiveram a orientação do local correto para descarte através de campanhas municipais realizadas nos postos de saúde e farmácias.

É alarmante que há pessoas que mesmo com conhecimento de locais para descarte, acabam resistindo a informação e dando um destino incorreto para estes, as vezes pelo fato de o ponto de coleta ser longe da residência ou segundo eles por falta de tempo e disponibilidade.

Sobre os aspectos legais, vale ressaltar nessa discussão que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) descreve o conceito de medicamento como sendo todo “produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico”, ou seja, um produto sólido ou líquido composto por um princípio ativo, passível de descarte, tornando-se, assim, um resíduo.

É importante destacar nessa pesquisa que a gestão de medicamentos e de seus resíduos no Brasil, tem como marco regulatório o Plano Nacional de Saúde. Para tal a Política Nacional de Medicamentos (PNM) apresenta a promoção do uso racional de medicamentos, juntamente com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que busca minimizar os riscos e agravos à saúde provocados pelos medicamentos. Percebe-se que a gestão de medicamentos no Brasil vem evoluindo, mas ainda não está de forma efetiva implementadas (Piazza; Pinheiro, 2014).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi instituída em 2010 e o seu modelo de gestão apresenta o tripé composto pelo planejamento, produção e consumo sustentável e responsabilidade compartilhada. Em relação aos medicamentos, caberiam as indústrias farmacêuticas não só a produção como a coleta e a destinação final de seus resíduos (Brasil, 2010).

A legislação mais recente sobre o descarte de medicamentos, é o Decreto nº 10.388 de 5 de junho de 2020, que implementa a logística reversa de medicamentos descartados pelo consumidor, baseada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Com o decreto fica estabelecido as diretrizes para o descarte correto e recolhimento de medicamentos por todos os elos da cadeia farmacêutica (Brasil, 2020).

Sobre a logística reversa e a destinação de medicamentos domiciliares, o decreto apresenta no artigo 3º os conceitos: **Logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso e de suas embalagens descartados pelos consumidores**: “É o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar o



retorno desses medicamentos e de suas embalagens ao setor empresarial para destinação final ambientalmente adequada”; **Medicamentos domiciliares**: “São medicamentos de uso humano, vencidos ou em desuso, industrializados e manipulados”.

Alguns municípios dispõem a iniciativa de conscientização da população para o descarte correto de fármacos e das farmácias para o recebimento dos fármacos. Porém ainda é pouco, o processo de destinação destes resíduos é muito mais complexo, inclui coleta externa, transporte e reciclagem não apenas do medicamento em si, mas também do papel das caixas, cartelas e bulas, tratamento dos medicamentos em si e disposição final (Revista Radis, 2015).

Mesmo que, em nível nacional, ainda não tenha sido dispostas soluções corretas para o descarte final de medicamentos, há municípios que já dispõem legislação específica sobre o assunto. Em Passo Fundo (RS), por exemplo, desde 2007 a Lei 4.462 obriga as farmácias a manterem urnas para a coleta de medicamentos, insumos farmacêuticos, correlatos, cosméticos deteriorados ou com prazo de validade expirado (Revista Radis, 2015).

#### 4 Conclusões/Recomendações

Levando em consideração os aspectos apresentados no decorrer do trabalho notou-se a falta de preocupação e informação por parte da população e do poder público, em descartar da forma correta os medicamentos vencidos ou que não são mais utilizados. Durante a realização da pesquisa a campo, percebeu-se por parte da população que este estudo serviu como base de informação para muitos que não tinham conhecimento dos pontos de coleta, serviço prestado pelas farmácias e muito menos aos danos que os mesmos podem causar a saúde pública.

Com base nisso, compreende-se que o problema do descarte de medicamentos é uma pauta a ser discutida e argumentada pela administração do município e os órgãos ligados a saúde pública, com o intuito de encontrar alternativas para que a situação não acabe se agravando e trazendo danos ambientais para o município e seus cidadãos.

#### Referências

Abrafama. Associação Brasileira de redes de farmácias e drogarias do Brasil. A desigualdade no consumo de medicamentos. Disponível em:  
<https://www.cff.org.br/noticia.php?id=5658&titulo=A+desigualdade+no+consumo+de+medicamentos#:~:text=O%20brasileiro%20consome%2C%20em%20m%C3%A9dia,valor%20%C3%A9%20de%20US%2>



4%201.000. Acesso: 14 out. 2020.

Alvarenga, L. S. V; Nicoletti, M. A (2010). Descarte doméstico de medicamentos e algumas considerações sobre o impacto ambiental decorrente. *Revista Saúde*, v. 4, n. 3, 2010.

Bila, M. B.; Dezotti, M. (2010). Fármacos no meio ambiente. *Química Nova*, v. 26, n. 4, p. 523-530, 2003.3 – BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei n° 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei n° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. *Diário Oficial da União* 2010, 03 ago 2022.

Brasil. (2016). Ministério do Meio ambiente. Decreto n° 10.387, de 5 de junho de 2020. Altera o Decreto n° 8.874, de 11 de outubro de 2016, para dispor sobre incentivo ao financiamento de projetos de infraestrutura com benefícios ambientais e sociais. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/06/2020&jornal=600&pagina=1>. Acesso: 14 out. 2020.

Bueno, C. S.; Weber, D.; Oliveira. K. R. (2009). Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí - RS. *Rev Cienc Farm Básica Aplicada*, v. 30, n. 2, 2009.

Eickhoff, P.; Heineck, I.; Seixas, L. J. (2008). Gerenciamento e destinação final de medicamentos: uma discussão sobre o problema. *Rev. Bras. Farm.*, v. 90, n. 1, p. 64-68, 2009. Disponível em: [http://www.rbfarma.org.br/files/pag\\_64a68\\_208\\_gerenciamento\\_destinacao.pdf](http://www.rbfarma.org.br/files/pag_64a68_208_gerenciamento_destinacao.pdf). Acesso em: 9 fev. 2020.

Kuster A; Adler, N. (2014). Pharmaceuticals in the environment: scientific evidence of risks and its regulation. *Philos T Roy Soc B*, v. 369, p. 1-6, 2014.

Machado, M. F.; Binsfeld, P. C. (2013). Descarte de medicamentos vencidos: situação atual no Brasil e principais mercados. *pág.1-17, 2012. 2013. Editora PUC-Goiás* Disponível em: <http://www.cpgls.pucgoias.edu.br/8mostra/Artigos/SAUDE%20E%20BIOLOGICAS/DESCARTE%20E%20MEDICAMENTOS%20VENCIDOS%20SITUA%C3%87%C3%83O%20ATUAL%20NO%20BRASIL%20E%20PRINCIPAIS%20MERCADOS.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2020.

Nascimento, M. C. do. (2005). Medicamentos, comunicação e cultura. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v.10, supl. p. 179-193, dez. 2005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S14181232005000500020&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14181232005000500020&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 14 out. 2020.

Piazza G. A; pinheiro I. G.(2014). Logística reversa e sua aplicação na gestão dos resíduos de medicamentos domiciliares. *Revista Estudos Ambientais*, v. 16, p. 48-56. 2014.

PINTO, G. M. F. et al.(2014). Estudo do descarte residencial de medicamentos vencidos na região de Paulínia (SP), Brasil. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 219-224, Sept. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000472>.

Revista Radis. Descarte é responsabilidade de quem? Disponível em:



# Revista Verde

## *Green Journal*

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

<http://www6.ensp.fiocruz.br/radis/revista-radis/154/reportagens/descarte-e-responsabilidade-de-quem>.  
Acesso em: 16 fev. 2020.

Silva, J. J. W. (2014). Descarte de medicamentos. *Pharmacia Brasileira* n° 82 - Junho/Julho/Agosto 2011  
Disponível em: [http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/132/014a016\\_artigo\\_dr\\_walter.pdf](http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/132/014a016_artigo_dr_walter.pdf).  
Acesso em: 16 fev. 2020.



### GESTIÓN DE RESIDUOS DE MEDICAMENTOS: UNA BREVE REVISIÓN

Aline Ferrão Custodio Passini<sup>1</sup>; Willian Fernando de Borba<sup>1</sup>; Alexandre Couto Rodrigues<sup>1</sup>; Lorimar

Francisco Munaretto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); E- mail: aline.passini@ufsm.br

#### RESUMEN

El agua es el vehículo por el cual se transportan diversos tipos de desechos provenientes de diferentes actividades productivas, de tal forma que ríos, canales, lagunas y mares se contaminan con éstos. Esta situación se ha presentado en México desde hace más de 200 años, y en la actualidad se están generando nuevos contaminantes no reglamentados en las aguas de reúso o tratadas. En el caso de residuos de fármacos, su persistencia y entrada continua a mantos acuíferos originan efectos negativos sobre la vida y el ambiente acuático, debido a que no se eliminan totalmente en los procesos de tratamiento de aguas residuales a causa de su estabilidad química. Este tipo de agua se reutiliza para la producción de agua potable o el riego de zonas agrícolas, de manera que la salud humana y animal se encuentran expuestas a los efectos toxicológicos de este tipo de sustancias químicas. Se realizó la búsqueda de reportes acerca de la contaminación de residuos farmacológicos en diferentes tipos de agua —residual o no— y suelos agrícolas, tanto internacionales como nacionales, de 1984 a 2018. Se concluyó que no hay hasta hoy una normatividad nacional ni internacional idónea sobre la forma en que debe realizarse la eliminación de este tipo de desechos para al medio ambiente en la menor medida posible.

**Palabras Clave:** Caducos, Desechos, Contaminación, Tóxicos.

#### DRUG WASTE MANAGEMENT: A BRIEF REVIEW

#### ABSTRACT

Water is a vehicle through which different types of waste are transported. It comes from different productive activities, in such a way that rivers, canals, lagoons and seas are contaminated with them. This has been a known situation in Mexico for the last 200 years. Nowadays we are generating new unregulated pollutants, present in reused or treated waters. The presence of drug residues represents a



continuous entry into aquifers that causes health risks and negative effects on aquatic environments. Due to their chemical stability, these substances cannot be eliminated through the residual water treatment processes. This type of water is reused in the production of drinking water or irrigation water in agricultural areas, exposing human and animal health to toxicological effects by this type of chemical substances. A research was conducted for reports about the contamination of waste drugs in different types of water, residual, non-residual and agricultural soils, in an international and national scale, from 1984 to 2018. It was concluded that up to this moment there is no international or national norm, suitable for how the disposition of this type of waste should be made, in order to minimize adverse effects on the environment and human activities.

**Key words:** Expired, Waste, Pollution, Toxic.

### 1 Introducción

La fabricación de productos farmacéuticos en el mundo se mantiene con un crecimiento aproximado del 8.3% anual. En 2015, sus ventas ascendieron a 1,228 miles de millones de dólares (mmd). En ese año, los países con mayor consumo de medicamentos fueron China, Estados Unidos, Reino Unido, Francia, Japón y Suiza. En 2020 se espera que las ventas de medicamentos sean de alrededor de 1,831 mmd, y que el país que encabece el consumo de medicamentos sea China, seguido de Reino Unido y Estados Unidos (SE-ProMéxico, 2013). Del 2018 al 2024 se proyecta un crecimiento del 6 % anual en las ventas mundiales de medicamentos. El tratamiento del cáncer encabezará dichas ventas, seguido por las vacunas y los medicamentos antidiabéticos, antirreumáticos, inmunodepresores, antibióticos, broncodilatadores, dermatológicos, organosensoriales, antihipertensivos, anticoagulantes, antifibróticos, antihiperlipídicos, anticonceptivos y antianémicos, así como el tratamiento para esclerosis múltiple (Evaluate Pharma, 2018).

La estimación del aumento en el consumo de medicamentos implica también su eliminación como desechos químicos en el medio ambiente (Pereira et al., 2017). Una vez que caducan los medicamentos que no se usan ya sea en los hogares, en el sistema de salud o en la industria farmacéutica se desechan directamente a los residuos municipales o al drenaje (Mansour et al., 2016; Verlicchi y Zambello, 2016). Por otra parte, como cierta parte de los fármacos no son metabolizados, tanto en humanos como en animales de granja, son eliminados por la orina y las heces, lo cual contribuye también a la contaminación de las aguas del sistema de drenaje (Braund et al., 2009; Kusturica et al., 2016). Una vez en el agua, los



metabolitos pueden reaccionar con otros residuos generando nuevas sustancias químicas (Nagarajan et al., 2012; Zemmann et al., 2016).

Muchas de estas moléculas químicas son muy estables, por lo que es difícil removerlas en su totalidad (Stackelberg et al., 2004). Al mantenerse disueltas, son transportadas a través de las aguas tratadas cuyo destino final es el riego de jardines públicos o cultivos agrícolas. Incluso, llegan a incorporarse a las aguas receptoras de mantos acuíferos profundos, que se utilizan como agua potable (Wiegel et al., 2004). En estos reservorios de agua se han detectado varios residuos de medicamentos en concentraciones de 0.01 ppm (Tischler et al., 2013; Wang et al., 2015), y se ha reportado que a pesar de su baja concentración pueden ser tóxicos en los seres vivos.

Aún no se han investigado los efectos toxicológicos de cada uno de los residuos farmacológicos en humanos, pero es posible extrapolar los resultados de los estudios realizados en vertebrados inferiores (Saravanan et al., 2014). Por ejemplo, los efectos de toxicidad de desechos de hormonas esteroides, analgésicos y antiinflamatorios, antihipertensivos y antidepresivos se reportaron en dos diferentes especies de carpa (*Cyprinus carpio* y *Cirrhinus mrigala*), las cuales presentaron anemia, estrés oxidativo, alteraciones tanto en las enzimas hepáticas como en las de la tiroides, afectaciones en la expresión genética y desarrollo de embriones (Cleuvers, 2004; Malarvizhi et al., 2012; Saravanan et al., 2014). Antibióticos como metronidazol, sulfadiazina y estreptomycin han provocado la muerte de especies marinas como *Daphnia magna* (Wollenberger et al., 2000). De esta manera, los alimentos acuáticos destinados a consumo humano pueden estar contaminados de forma involuntaria con diferentes tipos de residuos de fármacos (Cleuvers, 2003).

En esta revisión bibliográfica se describen los diferentes temas de investigación relacionados con eliminación de desechos farmacéuticos al ambiente durante el periodo 1984-2018, tanto de reportes de investigación internacionales como los relacionados con los problemas nacionales por este tipo de contaminación.

## 2 Métodos

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica del periodo 1984-2018 por medio de la página del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica ([www.conricyt.mx](http://www.conricyt.mx)) y del buscador Google Académico (Google Scholar). Para ello se utilizaron las siguientes palabras claves: expired pharmaceutical, drug waste, medicine, landfill, landfill effects, groundwater, contamination,





water, self-medication, cost, open dumps site, unused medication, Mexico, las cuales se relacionaron con el uso de operadores booleanos AND y OR, y con criterios de búsqueda sobre el archivo completo, tema, palabras clave, resumen o título.

### 3 Resultados y Discusión

Reportes internacionales sobre el manejo de residuos farmacéuticos.

#### 3.1 *Presencia de medicamentos en el agua*

A principios de la década de 1990 no se prestaba atención a la manera de desechar medicamentos caducos o en desuso a nivel mundial, porque era más importante evitar el contagio de VIH a partir de los desechos de origen hospitalario. Se estimó, al menos en Estados Unidos, que el 0.3 % de los residuos sólidos urbanos correspondía a los desechos hospitalarios (Lichtveld et al., 1992). Años después se reportó que los medicamentos de todo tipo se consumían sin importar su destino final como desechos en el ambiente (Kane, 1997). En el periodo 1999-2000 se llevó a cabo la detección de una amplia variedad de residuos químico-farmacéuticos en ríos y arroyos de ese país, los cuales podrían ser receptores del derrame directo de residuos generados en actividades residenciales, industriales y agrícolas. Los resultados indicaron que la ausencia de especificaciones sobre las cantidades permitidas para la incorporación de este tipo de residuos había originado un grave problema de contaminación (Kolpin et al., 2002). Se concluyó que 15 % de 24 tipos diferentes farmacéuticos se tiraban después de ser utilizados, principalmente en la basura doméstica y por ende terminaban en los vertederos municipales. Desde entonces se sabe que, por sus propiedades polares y no volátiles, los desechos farmacológicos se disuelven y pasan a formar parte de los lixiviados, que al filtrarse lentamente llegan a depositarse en aguas no contaminadas subterráneas (Tischler et al. 2013).

Antes de 2000 se conocía poco acerca del efecto tóxico de los residuos farmacológicos en la salud pública. A partir de su detección en el agua de consumo humano, se inició la investigación acerca del grado de toxicidad que podían originar (Heberer, 2002; Zuccato et al., 2005; Carlsson et al., 2006, Fent et al., 2006; Osorio et al., 2015). En áreas urbanas de Alemania y Francia se encontró contaminación del agua potable con varios tipos de disruptores endocrinos, así como compuestos orgánicos polares, que eran los componentes activos de algunos farmacéuticos y de sus metabolitos (Cargouët et al.; 2004). A pesar de que su concentración fuera a nivel de trazas, diferentes tipos de estrógenos presentes en el agua tenían la capacidad de combinarse y potencializar su efecto en los tres niveles tróficos de organismos acuáticos



(algas, dáfidos y peces), y la exposición prolongada a estos residuos era evidente (Thorpe et al.; 2003). Al estudiar las aguas del Río Elba, se propuso que los residuos de diclofenaco, ibuprofeno y carbamazepina fueran indicadores indirectos de contaminación fecal de las aguas de este río (Wiegel et al.; 2004). Por otra parte, se logró detectar trazas de residuos farmacológicos como antiinflamatorios, anticonvulsivos y controladores lipídicos en las aguas de los ríos Rin y Höje en Suiza (Jux et al., 2002; Bendz et al., 2005). En los últimos años las sulfamidas, principalmente el sulfametoxazol, ha contaminado los ríos en Polonia (Adamek et al., 2016). Por otro lado, se comprobó que no era posible remover la carbamazepina ni sus metabolitos de las aguas residuales, ya que sus estructuras les confieren estabilidad química, lo cual dificulta su biodegradación a pesar de que se encuentran en concentraciones de partes por billón. Lo anterior dificulta su remoción, sobre todo con la técnica de lodos activados aplicada en el tratamiento de aguas de drenaje (Ferrari, 2003; Clara et al., 2005; Miao et al., 2005; Zhang et al., 2008). Se demostró que en climas áridos la rápida evaporación del agua de los lixiviados favorece la acumulación de carbamazepina y bezafibrato en el suelo, lo cual ocasiona mayor resistencia a su biodegradación. Asimismo, se reportó que la carbamazepina se bioacumula en peces —como es el caso de la carpa *C. carpio*—, provocándoles alteraciones en los niveles enzimáticos de TGO (transaminasa glutámico oxaloacética), TGP (transaminasa glutámico pirúvica) y LDH (deshidrogenasa láctica). Estas mediciones fueron propuestas como biomarcadores para determinar los niveles de bioconcentración de fármacos en esta especie de consumo (Malarvizhi et al., 2012; Valdés et al., 2016; Zemmann et al., 2016). Se ha demostrado que los humanos que ingieren de forma continua este anticonvulsivo padecen efectos secundarios tales como disminución en la fluidez del lenguaje, debido a las alteraciones que provoca en la actividad del glóbulo cerebral (Tully, 2018). En 2018, se reportó que las raíces de *Armoracia rusticana*, mejor conocida como rábano picante en Rusia y suroeste de Asia, junto con bacterias endofitas como *Rhizobium radiobacter* y *Diaphorobacter nitroreducens*, metabolizan la carbamezepina, dando origen a cuatro diferentes metabolitos que se eliminaron con mayor facilidad de aguas residuales (Sauvêtre et al. 2018). Por otro lado, la frecuencia de la presencia de diclofenaco, así como de gemfibrozil y otros residuos farmacéuticos, tanto en arroyos como en lagunas (Stackelberg et al., 2004), demostró que las aguas tratadas se descargaban directamente a este tipo de receptores que tenían como finalidad la producción de agua potable (Fent et al., 2006).

Se encontró que los residuos de diazepam, ácido clofibrico y clofibrato utilizados en la profilaxis de humanos provocaban, a concentraciones potencialmente tóxicas, la muerte de tres diferentes especies



marinas (Nunes et al., 2005). La exposición del pez cebrado adulto (*Danio rerio*) a concentraciones de 1 ppm de naproxeno le indujo alteraciones enzimáticas principalmente en el intestino, lo que se asemeja a los efectos secundarios que este medicamento provoca en el organismo humano (Stancová et al., 2015). En el monitoreo de las concentraciones de ácido clofibrico y diclofenaco en el agua para la crianza de la carpa *C. mrigala*, se propuso utilizar los niveles de hormonas tiroideas como biomarcadores, ya que a concentraciones de 1 a 100 ppm estos fármacos originan alteraciones significativas en los niveles de dichas hormonas (Cleuvers, 2004; Saravanan et al., 2014). De esta forma, sin importar que se encuentren a bajas concentraciones, de estos fármacos producen efectos tóxicos en la fauna acuática.

### 3.2 Técnicas de laboratorio para la detección y cuantificación de residuos farmacológicos

En los últimos años las metodologías analíticas para la detección de residuos farmacológicos en matriz de agua residual, ha alcanzado una alta sensibilidad. El uso de cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), y la cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas (LC-MS) fueron las técnicas de laboratorio, que más se utilizaban en los años 2000, ya que con ellas se detectaban concentraciones de microgramos. Actualmente, los detectores son más sensibles y se pueden reportar concentraciones de 10–3 ppm, de toda clase de residuos farmacéuticos, así como de sus metabolitos, presentes en cualquier tipo de agua. Comparando los requerimientos de insumos y de condiciones de preparación de las muestras, entre ambas técnicas, la GC-MS sigue siendo más accesible para realizar en una sola corrida la medición de varios tipos de residuos a partir de una muestra. Sus insumos son más económicos, aunque los equipos, como es el caso de, los cromatógrafos de líquidos con detectores de espectrometría de masas de tiempo de vuelo cuadrupolar de ultra alta resolución (LC-UHR-QTOF-MS) sean los más utilizados en los últimos dos años, debido a que tienen una mayor sensibilidad para detección de los residuos y sus metabolitos (Sacher et al., 2001; Togola y Budzinski, 2007; Naing et al., 2015; García-Galán et al., 2016; Tsikas, 2017; Sauvêtre et al., 2018).

### 3.3 Manejo de los desechos de residuos farmacológicos

En 2010 muy pocos países habían establecido una legislación o procedimiento para el desecho de residuos farmacológicos que, además, se cumpliera. Éste era el caso de España, Nueva Zelanda, el Reino Unido e Irlanda, países que habían logrado un cambio en la forma de manejar este tipo de desechos (Bound y Voulvoulis, 2005; Bound et al., 2006; Coma et al., 2008; Braund et al., 2009; Tong et al., 2011;



Vellinga et al., 2014; Tahar et al., 2017). En esos países se planteaba la posibilidad de obtener un beneficio económico con el reúso de los fármacos, de tal forma que pudieran ser nuevamente procesados por la industria farmacéutica. Incluso se proponía aplicar un impuesto adicional a las recetas médicas para apoyar programas de eliminación de medicamentos en desuso, con la intención de presionar al público a seguir los protocolos establecidos para la eliminación correcta de estos desechos (Mackridge y Marriotty, 2007; Coma et al., 2008; Kotchen et al., 2009; Pereira et al., 2017). En Brasil se propone establecer un programa de educación con la finalidad de que la población consiga conciencia ambiental (Diniz et al., 2015).

En China, en los lixiviados de los rellenos sanitarios, tanto de los que se encontraban en ciudades como en zonas rurales, se detectaron cinco genes de resistencia a antibióticos en las bacterias aisladas de estos ambientes. Se concluyó que la abundancia de estos microorganismos era un riesgo potencial para la población debido a que podrían propagarse fuera de los tiraderos de basura, por lo que se requería establecer un buen sistema de manejo de residuos sólidos urbanos (Messi et al. 2015; Wang et al., 2015; He et al., 2016). El gobierno chino propuso un plan que incluía centros de acopio para reciclar medicamentos en desuso, con lo que se deseaba contrarrestar su desperdicio y disminuir los costos en la fabricación de fármacos. Implementó un simulador de red de logística, siendo esta herramienta una alternativa para el manejo integral de este tipo de residuos. En esta propuesta se involucró a la industria farmacéutica como la principal responsable del manejo de los residuos de fármacos (Huang et al.; 2015, He et al., 2016; Sui et al., 2016).

Países como Turquía, Rumania, Uganda, Kuwait, Palestina, India, Irán, República de Serbia y Pakistán coinciden en cuanto a las formas en que sus pobladores realizan la eliminación de desechos farmacéuticos después de almacenarlos. Una práctica común fue mantener disponibles los sobrantes de tratamientos médicos en caso de necesitarlos más adelante, hasta su fecha de caducidad o incluso más allá, con un alto riesgo de que los niños sufrieran autointoxicación no intencionada. Los residuos líquidos fueron eliminados en el lavabo o el inodoro, de tal forma que estas sustancias llegan directamente y en forma continua a ambientes acuáticos como mares, ríos y lagos. En el caso de Kuwait, el gobierno recolectó de la población los medicamentos desechados, que se almacenaban en el hogar sin ningún protocolo adecuado de manejo o eliminación. En Uganda se propuso el reciclaje de aquellos medicamentos que la población desechaba y el sector salud de ese país podía ocupar (Uysal y Tinmaz,



2004; Moldovan, 2006; Abahussain y Ball, 2007; Nakyanzi et al., 2010; Sawalha, 2010; Sweileh et al., 2010; Nagarajan et al., 2012; Manojlović et al., 2015; Hafeez et al., 2016; Sartaj y Arabgol, 2015).

### 3.4 Tratamiento de aguas residuales

Para tratar las aguas residuales se utilizó un pre-tratamiento de ozono con hidrólisis térmica antes de la técnica de lodos activados. De esta forma se aumentó la eficacia de la biodegradación aeróbica de los químicos y disminuyó la resistencia de la microbiota a antibióticos (Pei et al., 2016). Entre 2000 y 2010 se reportó que la tasa máxima de remoción de estos contaminantes era del 40%, ya que las plantas de tratamiento no fueron diseñadas para eliminarlos (Estrada-Arriaga et al., 2013; CONAGUA, 2018). La mezcla de residuos fármacos en las aguas residuales sufre transformación química debido a las condiciones ambientales naturales como la fotólisis y la biodegradación aeróbica y anaeróbica, dando origen a nuevos productos de transformación, además de las interacciones químicas con aguas residuales industriales que contienen gran variedad de sustancias químicas, incluyendo metales pesados (Kümmerer 2009; Nagarajan et al., 2012; Adamek et al., 2016; Poirier-Larabie, et al.; 2016). Por lo anterior, se propuso que se eliminaran los residuos farmacológicos por grupos terapéuticos de acuerdo con la frecuencia de su uso, de tal forma que se siguiera el siguiente orden: sistema nervioso, aparato digestivo y el metabolismo de antibióticos, músculo esquelético, genitourinario, respiratorio y cardiovascular (Mansour et al., 2016). Se aplicaron nuevas técnicas para el tratamiento de aguas residuales como la fotodegradación con gas xenón para todos los tipos de contaminantes (Lin y Reinhard, 2005), la oxidación, sistemas fotolíticos, filtración y retención física en carbón activado u ósmosis inversa (Castiglioni et al. 2006; Jones et al. 2006; Kümmerer, 2009). Con este último pre-tratamiento en aguas residuales se lograron eliminar totalmente el ibuprofeno y el benzafrato, en tanto que otras sustancias como el naproxeno, diclofenaco y cetoprofeno se degradaron en un 90 % (Heath et al., 2006; Vieno y Sillanpää, 2014).

Por otra parte, se reportó que los biorreactores de membrana son una técnica alternativa al uso común de lodos activados, misma que demostró ser eficiente para la remoción total de carbamazepina (Clara et al., 2005). De igual forma, se propuso la aplicación de sonofotólisis y fotólisis para degradar la estructura química de la carbamazepina, ya que éste es uno de los químicos que no es posible remover totalmente de las aguas tratadas; con las técnicas mencionadas se lograron remover con mayor facilidad sus 21 intermediarios (Eskandarian et al., 2016; Rao et al., 2016). En el caso del diclofenaco y el sulfametoxazol



se aplicó fotólisis como mecanismo previo de degradación de su estructura química antes de los tratamientos microbiológicos en el proceso de limpieza de aguas residuales. Se observó que, con este pre-tratamiento, la concentración final de ambos fármacos en las aguas tratadas disminuyó de manera significativa (Poirier-Larabie et al., 2016). La oxidación Fenton se reportó como un método seguro para remover tanto químicos como patógenos de las aguas residuales de hospitales (Muñoz et al., 2016). Se reportó la eliminación total de residuos de ácido acetilsalicílico en solución cuando se utilizaron polímeros de impresión molecular, técnica que también se aplicó a la remoción de naproxeno, ibuprofeno y diclofenaco, pero sin tanto éxito (Madikizela y Chimuka, 2016; Meischl et al., 2016).

### 3.5 Reúso de aguas tratadas

Por otro lado, la reutilización de aguas tratadas que contienen residuos de toda clase de químicos, como agua de riego en jardines y cultivos agrícolas, ha sido una práctica muy común en varias partes del mundo. Lo anterior ha ocasionado que la microbiota nativa de estos suelos esté perdiendo su capacidad metabólica, debido a que no tiene capacidad de utilizar las nuevas fuentes de carbono que ahora contienen los suelos. Los ciclos del nitrógeno y del carbono son los que se reportan más alterados (Oppel et al., 2004; Jjemba, 2006; Yu et al., 2006; Jaramillo y Restrepo, 2017; Pino-Otín et al., 2017). Los primeros seres vivos que deben adaptarse a la presencia de estos químicos son las plantas. Se determinó que la mezcla de diclofenaco, sulfametoxazol, trimetoprim y 17a-etinilestradiol ocasionaron efectos fitotóxicos en los cultivos de alfalfa, como consecuencia de su acelerada respuesta de desintoxicación, tanto en raíces como en hojas, siendo esto la causa del bajo rendimiento del cultivo (Christou et al., 2016).

Tanto la OMS como la FAO han presentado procedimientos relacionados con el agua residual que se reutiliza en los cultivos y las características de calidad que ésta debe cumplir. Esta práctica ancestral tenía como fin utilizar las excretas como abono natural en los cultivos y disminuir los grandes volúmenes de agua residual de las ciudades. Actualmente la normatividad de este tipo de agua aborda únicamente los aspectos microbiológicos y epidemiológicos; no considera el potencial tóxico de los residuos farmacéuticos que también se encuentran en ella. Los resultados de la investigación del efecto de los antibióticos utilizados en medicina veterinaria, en *D. magna* y en la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*, fueron la disminución de la tasa de reproducción y alteraciones hepáticas. (Wollenberger et al., 2000; Cleuvers, 2003; Gagné et al., 2006). La detección de residuos farmacéuticos como antibióticos (sulfametoxazol, trimetoprim, ciprofloxacino, tetraciclina, y clindamicina), estrógenos sintéticos, estrógenos

naturales, analgésicos (paracetamol), antiinflamatorios (naproxeno y diclofenaco), esteroides, antiepilépticos (carbamazepina), antitumorales y reguladores lipídicos fue señal de que los tratamientos físicos y químicos en las plantas tratadoras de aguas residuales no eliminaron completamente este tipo de contaminantes (Batt et al., 2006; Zhang et al., 2008; Wang et al., 2015; Lu et al., 2016).

### 3.6 Reportes nacionales acerca del manejo de residuos farmacéuticos

#### Contaminación en agua por residuos farmacéuticos

En 2013 se reportó que las principales fuentes de abastecimiento de agua potable de la Ciudad de México contenían microcontaminantes de origen farmacéutico en concentraciones relativamente bajas, tales como estrógenos, ibuprofeno, gemfibrozil, ketoprofeno, ácido salicílico, diclofenaco, di-2-etilhexilftalato (DEHP), butilbencilftalato (BBP), triclosán, bisfenol A (BPA) y 4-nonilfenol (4-NP). Se sugirió incluir en la normatividad parámetros de máxima concentración de este tipo de residuos en el agua para uso y consumo humano (Gibson et al., 2010; Estrada-Arriaga et al., 2013; Félix-Cañedo et al., 2013).

En 2017, de la demanda nacional total de agua, el sector agropecuario ocupó el 76%. De este porcentaje, 43% correspondió a agua superficial que, en el caso de los ríos, se encuentra contaminada por los drenajes de las ciudades y zonas industriales (Tabla 1). De esta forma, en la mayoría de las zonas agrícolas el agua de riego agrícola es suministrada a partir de ríos que actualmente contienen aguas residuales. No se han determinado ni la calidad física y química ni la microbiológica para este uso (Landa-Cansigno et al., 2013; Hernández-Martínez et al., 2014; Moeder et al., 2017), por lo que este tipo de agua se filtra en la tierra de cultivo hasta llegar a aguas profundas no contaminadas, de tal forma que residuos como de la carbamazepina llegan a detectarse en aguas dulces subterráneas (Moreno-Ortiz et al., 2013).

**Tab. 1** Volumen de agua utilizada en México por uso agrupado y tipo de fuente (2017).

Uso agrupado	Origen		Volumen concesionado (hm <sup>3</sup> )	Proporción del volumen concesionado total (%)
	Superficial de extracción (miles de hm <sup>3</sup> )	Subterráneo (miles de hm <sup>3</sup> )		
Abastecimiento público	5.25	7.38	12.63	14.4
Agrícola	42.47	24.32	66.80	76.0
Industria, comercio y servicios	2.04	2.23	4.27	4.9
Termoeléctrica	3.70	0.45	4.15	4.7
Total	53.46	34.39	87.84	100.0

Fuente: SEMARNAT 2018.



En México, las investigaciones del efecto tóxico de los residuos farmacológicos en el agua han mostrado que estas sustancias llegan a los humanos a través de la piscicultura de algunas especies de consumo como *C. carpio*, que se crían con aguas tratadas. Los resultados de un estudio realizado en el río Tlalnepantla del Estado de México, México, indicaron que los músculos de *C. carpio* tenían residuos de diclofenaco, ibuprofeno y naproxeno, a concentraciones de 0.08 a 0.21 ppm, lo que les ocasionó estrés oxidativo y alteraciones genéticas; asimismo, la presencia de ketorolaco a concentraciones de 1 a 60 ppm produjo estrés oxidativo y genotoxicidad como respuesta adaptativa a la presencia de este fármaco en su medio acuático (Morachis-Valdez et al., 2015; Galar-Martínez et al., 2016). Se ha propuesto a *C. carpio* como bioindicador para ensayos sobre los efectos toxicológicos de residuos farmacológicos, debido a que requiere de una sencilla alimentación y presenta una alta resistencia a los dichos residuos (Islas-Flores et al., 2013). También se ha estudiado la respuesta de *Hyaella azteca*, otra especie de consumo, a los efectos tóxicos del naproxeno. En este crustáceo se detectaron daños en branquias, cerebro y células de la hemolinfa, así como alteraciones en el desarrollo reproductivo (García-Medina et al., 2015). A concentraciones de 0.467 mg/kg de diclofenaco, los efectos tóxicos en dicha especie acuática consistieron en alteraciones metabólicas como peroxidación de lípidos, variación en el contenido de proteínas y disminución de la actividad enzimática (Oviedo-Gómez et al., 2010). En el crustáceo *D. magna* se reportaron los efectos de tóxicos de diclofenaco, ibuprofeno y naproxeno, consistentes principalmente en estrés oxidativo y alteraciones genéticas (Gómez-Oliván et al., 2014). Por otro lado, en 2015 se estudiaron los daños ocasionados a *C. carpio* por el agua de drenaje que contenía desechos farmacológicos derivados de las actividades de un hospital del sector público; el resultado fue que provocaron estrés oxidativo en esta especie, siendo branquias, cerebro e hígado los órganos más afectados (Neri-Cruz et al., 2015).

### 3.7 Contaminación en suelos agrícolas por residuos farmacéuticos

En 2009, se llevó a cabo la detección de fármacos ácidos como ácido clofibrico, ibuprofeno, gemfibrozil, naproxeno, ketoprofeno, diclofenaco y carbamazepina, así como estrona y 17-estradiol en los suelos agrícolas del Valle de Tula, Hidalgo, los cuales han sido regados por más de 80 años con el agua de drenaje que llega de la Ciudad de México por el Río Tula. Debido a las bajas concentraciones detectadas de los seis primeros fármacos ( $< 10^{-3}$  ppm) se sugiere que los microorganismos del suelo realizan una biodegradación de estas sustancias, que sumada al efecto de los rayos solares les ocasionó una fotodegradación química, de tal forma que esto provocó su casi total degradación. Sin embargo, en el caso





de la carbamazepina se detectaron concentraciones de 5.14 a 6.48 ppb, por lo que se concluyó que este fármaco permanece sin cambio químico alguno, depositándose y acumulándose a través de los años en los suelos (Durán-Álvarez et al., 2009). En 2010, se confirmó que existía una mínima evidencia del movimiento de estos fármacos a través de los perfiles de suelos, resultando concentraciones de 0.61 ppm para residuos ácidos y de 2.6 a 7.5 ppm para carbamazepina (Gibson et al., 2010). En 2012, se volvió a investigar si la carbamazepina se había movido a profundidades de 40 cm en el mismo suelo agrícola. Los resultados indicaron que este fármaco aún se encontraba a concentraciones de 1.4 a 6.2 ppb. Se concluyó que este residuo tiene una baja biodegradación y se encuentra retenido en los suelos agrícolas, de manera que puede contaminar los cultivos o llegar hasta aguas subterráneas que se utilizan para el consumo humano, lo cual depende de la cantidad de fármaco que estos suelos pueden retener (Durán-Álvarez et al., 2012, 2014). Se demostró que el naproxeno sufrió una degradación total tanto en suelo agrícola como en el Río Tula, debido a la degradación a la que es sometido por la fotólisis cuando se encuentra en las aguas residuales (Durán-Álvarez et al., 2015).

### 3.8 Contaminación en rellenos sanitarios por residuos farmacéuticos

En el caso de los rellenos sanitarios no se han realizado investigaciones para determinar si los residuos de sustancias farmacéuticas están llegando a aguas subterráneas. No obstante, existe la certeza de que sí se encuentran en estos lugares, debido a la práctica común de desecharlos como residuos domésticos.

### 3.9 Desecho de medicamentos caducos

A pesar de que en el país existen contenedores de la compañía Singrem, esta empresa sólo se hace cargo de los medicamentos sólidos. En su página de internet indica que la disposición final de este tipo de desechos debe realizarse mediante incineración en las calderas de hornos cementeros, fundidoras o plantas generadoras de electricidad. Este método de eliminación se utiliza no sólo para residuos farmacológicos, sino también para otro tipo de desechos químicos (por ejemplo, neumáticos). En 1999, la OMS lo señaló como una manera de destrucción total de este tipo de residuos debido a las temperaturas de más de 800 °C que se necesitan para el funcionamiento de dichas plantas. Una desventaja de este tipo de procedimiento es el control de las emisiones de gases generados, los cuales contienen contaminantes como óxido de nitrógeno, dióxido de azufre, dioxinas, furanos y cenizas residuales, entre otros. Estos



contaminantes provocan daños graves a la salud humana, como reducción del funcionamiento pulmonar, asma, alteraciones cutáneas y cáncer (OMS, 1999). En Bélgica la obtención de combustible para hornos cementeros se realiza de forma rutinaria a partir de la incineración de residuos sólidos urbanos entre los cuales seguramente se encuentran desechos de medicamentos (Joseph et al., 2018).

### 3.10 Almacenamiento de medicamentos en los hogares mexicanos

La mayoría de la población mexicana carece de asistencia médica en las diferentes instituciones públicas de salud, por lo que la automedicación es una práctica común (Gómez-Oliván et al., 2009). Esto favorece la tendencia a guardar los medicamentos sobrantes de los tratamientos, lo cual constituye una manera muy común de dejarlos caducar. Un estudio de 2014, realizado en una zona urbana de Nuevo León, concluyó que los medicamentos superaron la fecha de caducidad porque se almacenaron en los hogares. Para dicho trabajo se recolectaron más de 50 mil medicamentos caducos durante dos años; sólo el 30% se pudo clasificar, el resto había perdido la información que ayudara para este fin (Gracia-Vásquez et al., 2014). En 2013, se reportaron los resultados de la aplicación de un programa piloto de manejo de medicamentos en desuso en un hospital del sector público; se demostró que sí es posible optimizar el manejo y la eliminación de los medicamentos al ambiente (Sánchez et al., 2013).

### 3.11 Normatividad en México relativa al manejo de residuos farmacéuticos

La normatividad para preservar el medio ambiente se estableció en 1988 con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su respectivo reglamento (SEMARNAT 2014, 2018), donde se aplicaron los principios de valorización, responsabilidad y manejo integral de residuos con criterios de eficiencia ambiental. Sin embargo, en éstos no se consideraron lineamientos operativos para el manejo de residuos de medicamentos. La falta de difusión de estas leyes ha ocasionado hasta hoy malas prácticas en la eliminación de medicamentos caducos. En la década de 1990, México adquirió compromisos en el ámbito ambiental (plasmados en el Acuerdo de Cooperación Ambiental) mediante la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1992 con Estados Unidos y Canadá, al tiempo que debía cumplir con sus obligaciones en el cuidado del medio ambiente por ser miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. De esta forma, a partir de 1994 y hasta 2006 en México se implementaron nuevas leyes y mejoras a los reglamentos existentes, pero no se reglamentó claramente el manejo de medicamentos caducos o en desecho. Llama la atención que, en



1995, la Facultad de Ingeniería de la UNAM participó en la elaboración del Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos, el cual tuvo muy escasa difusión y de cuya aplicación no existen indicios en ninguno de los sectores involucrados en la eliminación de fármacos, como la industria farmacéutica, el sector salud y el público en general (Hernández, 1995; Hernández y Fernández, 1995).

Por otro lado, la normatividad vigente para el manejo de agua residual data de 1996, y está asentada en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-001-ECOL-1996, NOM-002-ECOL-1996 y NOM-003-ECOL-1996 (SEMARNAT, 1996 a,b,c), en las que se establece el marco jurídico para controlar en forma gradual la contaminación del agua residual de diferentes sectores productivos y establecer metas de tratamiento en función del reúso como agua tratada o de disposición final. En el periodo 1999-2009 se alcanzó un tratamiento del 19.3% de las aguas residuales recolectadas en todo el país, con la técnica de lodos activados. Su reúso se dirigió al abastecimiento de la demanda de agua en sectores como el agrícola y el industrial, con la idea de abastecer, en lo más posible, el agua de primer uso sólo para consumo de la población (Estrada-Arriaga et al., 2013). En 2012 resultaba primordial tratar las aguas residuales e industriales para su reúso en la parte norte del país, que es el área con mayor escasez de agua, además de que en esas entidades existe una alta demanda del líquido, de tal forma que en los estados de Aguascalientes, Baja California y Nuevo León se realizaba el tratamiento de aguas residuales al 100%. Los estados con menor cobertura fueron Yucatán y Campeche, con sólo el 3 y el 7%, respectivamente (de la Peña et al., 2013).

En el caso del agua para consumo humano, debe cumplir con más de 40 parámetros de calidad química, física y biológica. La normatividad mexicana no incluye las concentraciones permitidas de microcontaminantes, como es el caso de las sustancias activas de fármacos o productos de cuidado personal y sus subproductos de degradación, disueltos en ella. A este tipo de contaminantes se les designa como emergentes porque son compuestos químicos no regulados difíciles de degradar, ya que se encuentran en sistemas acuáticos, dando origen a un alto riesgo de toxicidad. En 2013-2014 la SEMARNAT reportó que en el 55.4 % de las plantas tratadoras de agua residuales municipales del país se utilizó la tecnología de lagunas estabilizadoras, y que en el 14% de los casos se ocuparon lodos activados. Ninguna de estas dos metodologías favorece la completa eliminación de estos nuevos residuos, porque la prioridad ha sido el suministro de agua potable a la mayor parte de la población sin importar la calidad de ésta (Semarnat, 2013-2014). Del año 2000 a la actualidad se ha llevado a cabo una serie de actualizaciones a todas las normas ambientales, pero ninguna de ellas ha tenido la difusión necesaria para



lograr que toda la población adquiriera sus obligaciones como generadores de desecho. Ello, a pesar de que en el año 2013 se promulgó la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, la cual establece los lineamientos para hacer responsable a toda aquella persona o empresa que genere daño ambiental (Semarnat, 2013).

En el caso específico de la fabricación de fármacos, en 2015 la Secretaría de Salud publicó la NOM-059-SSA1-2015 (SSA 2015), que establece las buenas prácticas de fabricación de medicamentos, pero no tomó en cuenta la disposición final de éstos como desechos o subproductos de fabricación. De esta forma, las industrias farmacéuticas que cumplen con la legislación vigente no están obligadas a eliminar los residuos farmacológicos de una manera amigable con el ambiente. No hay, hasta este momento, un procedimiento para la correcta eliminación de residuos farmacológicos por parte de las empresas farmacéuticas, hospitales o casas-habitación de nuestro país (Gracia-Vásquez et al. 2014).

#### 4 Conclusiones

La presencia de residuos farmacológicos en diferentes reservorios del suelo y acuíferos es un peligro latente para la salud tanto de los seres humanos como de la flora y fauna de todo el planeta. Los esfuerzos de varios países —no sólo desarrollados sino también aquellos en vías de desarrollo— por establecer los límites para las concentraciones de cada uno de los residuos farmacológicos en esos reservorios han sido poco exitosos, ya que la comercialización de nuevas fórmulas químicas como medicamentos va en aumento. A pesar de la gran cantidad de reportes internacionales, no se tiene un inventario mundial completo de los niveles de exposición, bioacumulación, persistencia o toxicidad de los productos farmacéuticos en agua, suelo y aire alrededor del mundo. Se han realizado esfuerzos para establecer legislaciones que promuevan un mejor manejo de los desechos de medicamentos. Se trata de una tarea complicada, ya que cada país se rige por su propia legislación.

En el caso de México, los reportes de investigación de estos contaminantes son principalmente de zonas agrícolas. Hasta este momento no existe ni el diseño ni la aplicación de normas para el manejo de este tipo de residuos, a pesar de que sería una buena estrategia para hacer responsables a todos los involucrados en su uso y manejo, como son las múltiples dependencias gubernamentales de los tres órdenes de gobierno que, de una forma u otra, no han obligado a la industria farmacéutica a responsabilizarse del manejo de este tipo de residuos químicos. México cuenta con leyes que regulan la presencia de los residuos de fármacos que se liberan al medio ambiente, lo cual garantiza el derecho de



los ciudadanos a vivir en un ambiente sano; desafortunadamente el cumplimiento de las leyes aún muestra vacíos legales que dificultan su implementación. Para avanzar en el cumplimiento de estas leyes, es necesario que la ciudadanía, el sector industrial y el gobierno reconozcan la importancia de la protección del ambiente como un eje central del desarrollo del país. Otro rubro importante es el desarrollo de nuevas tecnologías para el tratamiento, reutilización y eliminación de este tipo de residuos.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los proyectos IPN-SIP 20180432, IPN-SIP 20195739 e IPN-SIP 20200592. El primer autor recibió el apoyo de una beca CONACYT, en tanto que los coautores fueron apoyados por becas de COFAA-IPN, SIP-EDI y SNI-CONACYT.

### Referencias

- Abahussain E.A. y Ball D.E. (2007). Disposal of unwanted medicines from households in Kuwait. *Pharm. World Sci.* 29, 368-373. <https://doi.org/10.1007/s11096-006-9082-y>
- Adamek E., Baran W. y Sobczak A. (2016). Assessment of the biodegradability of selected sulfa drugs in two polluted rivers in Poland: Effects of seasonal variations, accidental contamination, turbidity and salinity. *J. Hazard Mater.* 313, 147-158. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.03.064>
- Batt A.L., Bruce I.B. y Aga D.S. (2006). Evaluating the vulnerability of surface waters to antibiotic contamination from varying wastewater treatment plant discharges. *Environ. Pollut.* 142 (2), 295-302. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.10.010>
- Bendz D., Paxéus N.A., Ginn T.R. y Loge F.J. (2005). Occurrence and fate of pharmaceutically active compounds in the environment, a case study: Höje River in Sweden. *J. Hazard Mater.* 122(3), 195-204. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.03.012>
- Bound J.P. y Voulvoulis N. (2005). Household disposal of pharmaceuticals as a pathway for aquatic contamination in the United Kingdom. *Environ. Health Persp.* 113 (12), 1705-1711. <https://doi.org/10.1289/ehp.8315>
- Bound J. P., Kitsou K. y Voulvoulis, N. (2006). Household disposal of pharmaceuticals and perception of risk to the environment. *Environ. Toxicol. Phar.* 21 (3), 301-307. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2005.09.006>
- Braund R., Gn G. y Matthews R. (2009). Investigating unused medications in New Zealand. *Pharm. World Sci.* 31 (6), 664-669. <https://doi.org/10.1007/s11096-009-9325-9>



Cargouët M., Perdiz D., Mouatassim-Souali A., Tamisier-Karolak S. y Levi Y. (2004). Assessment of river contamination by estrogenic compounds in Paris area (France). *Sci. Total Environ.* 324 (1-3), 55-66. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.10.035>

Carlsson C., Johansson A.K., Alvan G., Bergman K. y Kühler T. (2006). Are pharmaceuticals potent environmental pollutants? Part II: Environmental risk assessments of selected pharmaceutical excipients. *Sci. Total Environ.* 364 (1-3), 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.06.036>

Castiglioni S., Bagnati R., Fanelli R., Pomati F., Calamari D. y Zuccato E. (2006). Removal of pharmaceuticals in sewage treatment plants in Italy. *Environ. Sci. Technol.* 40 (1), 357-363. <https://doi.org/10.1021/es050991m>

Christou A., Antoniou C., Christodoulou C., Hapeshi E., Stavrou I., Michael C., Fatta-Kassinou D. y Fotopoulos V. (2016). Stress-related phenomena and detoxification mechanisms induced by common pharmaceuticals in alfalfa (*Medicago sativa* L.) plants. *Sci. Total Environ.* (557-558), 652-664. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.054>

Clara M. Strenn B., Gans O., Martínez E., Kreuzinger N. y Kroiss H. (2005). Removal of selected pharmaceuticals, fragrances and endocrine disrupting compounds in a membrane bioreactor and conventional wastewater treatment plants. *Water Res.* 39 (19), 4797-4807. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.09.015>

Cleuvers M. (2003). Aquatic ecotoxicity of pharmaceuticals including the assessment of combination effects. *Toxicol. Lett.* 142 (3), 185-194. [https://doi.org/10.1016/S0378-4274\(03\)00068-7](https://doi.org/10.1016/S0378-4274(03)00068-7)

Cleuvers M. (2004). Mixture toxicity of the anti-inflammatory drugs diclofenac, ibuprofen, naproxen, and acetylsalicylic acid. *Ecotox. Environ. Safe.* 59 (3), 309-315. [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(03\)00141-6](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(03)00141-6)

Coma A., Bouvy M.L. y Mariño E.L. (2008). Returned medicines in community pharmacies of Barcelona, Spain. *Pharma. World Sci.* 30 (3), 272-277. <https://doi.org/10.1007/s11096-007-9177-0>

CONAGUA (2018) Estadísticas del agua en México 2018. Comisión Nacional del Agua/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [en línea]. [http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2018.pdf](http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf) 8/18/2020.

De la Peña M.E., Ducci J. y Plascencia V.Z. (2013). Tratamiento de aguas residuales en México. Banco Interamericano de Desarrollo [en línea]. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5931/Tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20en%20M%C3%A9xico.pdf?sequence=4> 11/08/2020.

Diniz C.G de L., Balista C.W., Sales R. y Oliveira L.L. (2015). Disposal of expired and unused medications: A consumer behavior survey in São Mateus/ ES. *REGET/UFES* 19 (2), 1083-1096. <https://doi.org/10.5902/2236117016793>

Durán-Álvarez J.C., Becerril-Bravo E., Castro V.S., Jiménez, B. y Gibson R. (2009). The analysis of a



group of acidic pharmaceuticals, carbamazepine, and potential endocrine disrupting compounds in wastewater irrigated soils by gas chromatography-mass spectrometry. *Talanta* 78 (3), 1159-1166. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2009.01.035>

Durán-Álvarez J.C., Prado-Pano B. y Jiménez-Cisneros B. (2012). Sorption and desorption of carbamazepine, naproxen and triclosan in a soil irrigated with raw wastewater: Estimation of the sorption parameters by considering the initial mass of the compounds in the soil. *Chemosphere* 88 (1), 84-90. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2012.02.067>

Durán-Álvarez J.C., Sánchez Y., Prado B. y Jiménez B. (2014). The transport of three emerging pollutants through an agricultural soil irrigated with untreated wastewater. *J. Water Reuse Desal.* 4 (1), 9-17. <https://doi.org/10.2166/wrd.2013.003>

Durán-Álvarez J.C., Prado B., González D., Sánchez Y. y Jiménez-Cisneros B. (2015). Environmental fate of naproxen, carbamazepine and triclosan in wastewater, surface water and wastewater irrigated soil – Results of laboratory scale experiments. *Sci. Total Environ.* 538, 350-362. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.08.028>

Eskandarian M.R., Choi H., Fazli M. y Rasoulifard M.H. (2016). Effect of UV-LED wavelengths on direct photolytic and TiO<sub>2</sub> photocatalytic degradation of emerging contaminants in water. *Chem. Eng. J.* 300, 414-422. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.05.049>

Estrada-Arriaga E.B., Petia M.-N., Moeller-Chávez G., Mantilla-Morales G., Ramírez-Salinas N y Sánchez- Zarza M. (2013). Presencia y tratamiento de compuestos disruptores endócrinos en aguas residuales de la Ciudad de México empleando un biorreactor con membranas sumergidas. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* 14 (2), 275-284. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72242-X](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72242-X)

Evaluate Pharma (2018). Evaluate Pharma world preview 2018, outlook to 2024 [en línea]. <https://www.evaluate.com/thought-leadership/pharma/evaluatepharma-world-preview-2018-outlook-2024> 11/08/2020

Félix-Cañedo T.E., Durán-Álvarez J.C. y Jiménez-Cisneros B. (2013). The occurrence and distribution of a group of organic micropollutants in Mexico City's water sources. *Sci. Total Environ.* 454-455, 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.088>

Fent K., Weston A.A. y Caminada D. (2006). Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquat. Toxicol.* 76 (2), 122-159. <https://doi.org/10.1016/j.aquat-tox.2005.09.009>

Ferrari B. (2003). Erratum to “Ecotoxicological impact of pharmaceuticals found in treated wastewaters: study of carbamazepine, clofibric acid, and diclofenac”. *Ecotox. Environ. Safe.* 55 (3), 359-370. [https://doi.org/10.1016/S0147-6513\(03\)00111-8](https://doi.org/10.1016/S0147-6513(03)00111-8)

Gagné F., Blaise C. y André C. (2006). Occurrence of pharmaceutical products in a municipal effluent and toxicity to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) hepatocytes. *Ecotox. Environ. Safe.* 64 (3),



329-336. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2005.04.004>

Galar-Martínez M., García-Medina S., Gómez-Oliván L.M., Pérez-Coyotl I., Mendoza-Monroy D.J., Arrazola-Morgáin R.E. Oxidative stress and genotoxicity induced by ketorolac on the common carp *Cyprinus carpio*. *Environ. Toxicol.* 31 (9), 35-43. <https://doi.org/10.1002/tox.22113>

García-Galán M.J., Rodríguez-Mozaz S., Petrovic M. y Barceló D. (2016). Multiresidue trace analysis of 14 PhCs, their human metabolites and transformation products by fully automated on-line solid-phase extraction-liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Talanta* 158, 330-341 <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2016.05.061>

García-Medina A.L., Galar-Martínez M., García-Medina S., Gómez-Oliván M.L. y Razo-Estrada C. (2015). Naproxen-enriched artificial sediment induces oxidative stress and genotoxicity in *Hyalella azteca*. *Water Air Soil Poll.* 226 (6). <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2454-y>

Gibson R., Durán-Álvarez J.C., Estrada K.L., Chávez A. y Jiménez Cisneros B. (2010). Accumulation and leaching potential of some pharmaceuticals and potential endocrine disruptors in soils irrigated with wastewater in the Tula Valley, Mexico. *Chemosphere* 81 (11), 1437-1445. <https://doi.org/j.chemosphere.2010.09.006>

Gómez-Oliván L.M., Galar M.M., Téllez L.A.M., Carmona Z.F.A. y Amaya C.A. (2009). Estudio de auto-medicación en una farmacia comunitaria de la Ciudad de Toluca. *Rev. Mex. Cien. Farm.* 40 (1), 5-11.

Gómez-Oliván L.M., Galar-Martínez M., García-Medina S., Valdés-Alanís A., Islas-Flores H. y Neri-Cruz N. (2014). Genotoxic response and oxidative stress induced by diclofenac, ibuprofen and naproxen in *Daphnia magna*. *Drug Chem. Toxicol.* 37 (4), 391- 399. <https://doi.org/10.3109/01480545.2013.870191>

Gracia-Vásquez S.L., Ramírez-Lara E., Camacho-Mora I.A., Cantú-Cárdenas L.G., Gracia-Vásquez Y.A., Esquivel-Ferriño P.C. y González-Barranco P. (2014). An analysis of unused and expired medications in Mexican households. *Int. J. Clin. Pharm-net* 37 (1), 121-126. <https://doi.org/10.1007/s11096-014-0048-1>

Hafeez S., Mahmood A., Syed J.H., Li J., Ali U., Malik R.N. y Zhang G. (2016). Waste dumping sites as a potential source of POPs and associated health risks in perspective of current waste management practices in Lahore city, Pakistan. *Sci. Total Environ.* 562, 953- 961. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.120>

Heath E., Kosjek T., Cuderman P. y Kompare B. (2006). Pharmaceuticals and personal care product residues in the environment: Identification and remediation. *WIT Tr. Biomed. Health* 10, 131-138. <https://doi.org/10.2495/ETOX060131>

He Z., Li Q. y Fang J. (2016). The solutions and recommendations for logistics problems in the collection of medical waste in China. *Procedia. Environ. Sci.* 31, 447-456.





<https://doi.org/10.1016/j.proenv.2016.02.099>

Heberer T. (2002). Tracking persistent pharmaceutical residues from municipal sewage to drinking water. *J. Hydrol.* 266 (3), 175-189. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00165-8)

Hernández B.C.P. (1995). Tratamiento y disposición de medicamentos caducos y residuos de la industria farmacéutica. Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, 175 pp.

Hernández B.C.P. y Fernández G. (1995). Manual para el tratamiento y disposición final de medicamentos. 1a ed. Instituto Nacional de Ecología/Centro Nacional de Prevención de Desastres, México, 81 pp.

Hernández-Martínez J.L., Prado B., Durán-Álvarez J.C., Bischoff W.A. y Siebe C. (2014). Movement of water and solutes in a wastewater irrigated Piedmont. *Procedia. Earth. Planet. Sci.* 10, 365-369. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2014.08.060>

Huang H., Li Y., Huang B. y Pi X. (2015). An optimization model for expired drug recycling logistics networks and government subsidy policy design based on tri-level programming. *Int. J. Environ. Res. Public. Health* 12 (7), 7738-7751. <https://doi.org/10.3390/ijerph120707738>

Islas-Flores H., Gómez-Oliván L.M., Galar-Martínez M., Colín-Cruz A., Neri-Cruz N. y García-Medina S. (2013). Diclofenac-induced oxidative stress in brain, liver, gill and blood of common carp (*Cyprinus carpio*). *Ecotoxicol. Environmen. Saf.* 92, 32-38. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.01.025>

Jaramillo M.F. y Restrepo I. (2017). Wastewater reuse in agriculture: A review about its limitations and benefits. *Sustainability (Switzerland)* 9 (10), 1734. <https://doi.org/10.3390/su9101734>

Jjemba P.K. (2006). Excretion and ecotoxicity of pharmaceutical and personal care products in the environment. *Ecotoxicol. Environmen. Saf.* 63 (1), 113-130. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.11.011>

Jones O.A.H., Voulvoulis N. y Lester J.N. (2006). Partitioning behavior of five pharmaceutical compounds to activated sludge and river sediment. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 50 (3), 297-305. <https://doi.org/10.1007/s00244-005-1095-3>

Joseph A.M., Snellings R., van den Heede P., Matthys S. y de Belie N. (2018). The use of municipal solid waste incineration ash in various building: A Belgian point of view. *Materials (Basel)* 11,141. <https://doi.org/10.3390/ma11010141>

Jux U., Baginski R.M., Arnold H.G., Krönke M. y Seng P.N. (2002). Detection of pharmaceutical contaminations of river, pond, and tap water from Cologne (Germany) and surroundings. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 205 (5), 393-398. <https://doi.org/10.1078/1438-4639-00166>

Kane N.M. (1997). Pharmaceutical cost containment and innovation in the United States. *Health Policy* 41 (Suppl.) S71-S89. [https://doi.org/10.1016/S0168-8510\(97\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0168-8510(97)00048-1)



Kotchen M., Kallaos J., Wheeler K., Wong C. y Zahller M. (2009). Pharmaceuticals in wastewater: Behavior, preferences, and willingness to pay for a disposal program. *J. Environ. Manage.* 90 (3), 1476-1482. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2008.10.002>

Kolpin D.W., Furlong E.T., Meyer M.T. y Thurman E.M. (2002). Pharmaceuticals, hormones, and other organic wastewater contaminants in U.S. streams, 1999-2000: A national reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.* 36 (6), 1202-1211. <https://doi.org/10.1021/es011055j>

Kümmerer K. (2009). The presence of pharmaceuticals in the environment due to human use – Present knowledge and future challenges. *J. Environ. Manage.* 90 (8), 2354-2366. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.023>

Kusturica M.P., Tomas A., Tomic Z., Dragica B., Aleksandar C., Horvat O. y Sabo A. (2016). Analysis of expired medications in Serbian households. *Zdr. Varst.* 55 (3), 19-201. <https://doi.org/10.1515/sjph-2016-0025>

Landa-Cansigno O., Durán-Álvarez J.C., Jiménez-Cisneros B. (2013). Retention of *Escherichia coli*, *Giardia lamblia* cysts and *Ascaris lumbricoides* eggs in agricultural soils irrigated by untreated wastewater. *J. Environ. Manage.* 128, 22-29. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.04.049>

Lin Y.-C.L. y Reinhard M. (2005). Photodegradation of common environmental pharmaceuticals and estrogens in river water. *Environ. Toxicol. Chem.* 24( 6), 1303-1309. <https://doi.org/10.1897/04-236R.1>

Lichtveld M.Y., Rodenbeck S.E. y Lybarger J. A. (1992). The findings of the agency for toxic substances and disease registry medical waste tracking act report. *Environ. Health Persp.* 98 (1), 243-250. <https://doi.org/10.1289/ehp.9298243>

Lu M.C., Chen Y.Y., Chiou M.R., Chen M.Y. y Fan H.J. (2016). Occurrence and treatment efficiency of pharmaceuticals in landfill leachates. *Waste. Manage.* 55, 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.03.029>

Mackridge A.J. y Marriotty J.F. (2007). Returned medicines: Waste or a wasted opportunity? *J. Public Health* 29 (3), 258-262. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdm037>

Madikizela L.M. y Chimuka L. (2016). Synthesis, adsorption and selectivity studies of a polymer imprinted with naproxen, ibuprofen and diclofenac. *J. Environ. Chem. Eng.* 4 (4), 4029-4037. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.09.012>

Mansour F., al-Hindi M., Saad W. y Salam D. (2016). Environmental risk analysis and prioritization of pharmaceuticals in a developing world context. *Sci. Total Environ.* 557-558, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.023>

Manojlović J., Jovanović V., Georgiev A.M., Tesink J.G., Arsić T. y Marinković V. (2015). Pharmaceutical waste management in pharmacies at the primary level of health care in Serbia situation analysis. *Indian J. Pharm. Educ.* 49 (2), 106-111. <https://doi.org/10.5530/ijper.49.2.5>



Malarvizhi A., Kavitha C., Saravanan M. y Ramesh M. (2012). Carbamazepine (CBZ) induced enzymatic stress in gill, liver and muscle of a common carp, *Cyprinus carpio*. *J. King. Saud. Univ. Sci.* 24 (2), 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2011.01.001>

Meischl F., Schemeth D., Harder M., Köpfler N., Tessadri R. y Rainer M. (2016). Synthesis and evaluation of a novel molecularly imprinted polymer for the selective isolation of acetylsalicylic acid from aqueous solutions. *J. Environ. Chem. Eng.* 4 (4), 4083-090. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.09.013>

Messi P., Sabia C., Condò C., Anacarso I., Iseppi R., Stefani S. y Bondi S. (2015). Prevalence of multi-drug resistant (MDR) bacteria in air samples from indoor and outdoor environments. *Aerobiologia* 31(3), 381-387. <https://doi.org/10.1007/s10453-015-9371-9>

Miao X.S., Yang J.J. y Metcalfe C.D. (2005). Carbamazepine and its metabolites in wastewater and in biosolids in a municipal wastewater treatment plant. *Environ. Sci. Technol.* 39 (19), 7469-7475. <https://doi.org/10.1021/es050261e>

Moeder M., Carranza-Díaz, O., López-Angulo G., Vega-Aviña R., Chávez-Durán F.A., Jomaa S., Winkler U., Schrader S., Reemtsma T. y Delgado-Vargas F. (2017). Potential of vegetated ditches to manage organic pollutants derived from agricultural runoff and domestic sewage: A case study in Sinaloa (Mexico). *Sci. Total Environ.* 598, 1106-1115. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.149>

Moldovan Z. (2006). Occurrences of pharmaceutical and personal care products as micropollutants in rivers from Romania. *Chemosphere* 64 (11), 1808-1817. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2006.02.003>

Morachis-Valdez G., Dublán-García O., López-Martínez L.X., Galar-Martínez M., Saucedo-Vence K. y Gómez-Oliván L.M. (2015). Chronic exposure to pollutants in Madín reservoir (Mexico) alters oxidative stress status and flesh quality in the common carp *Cyprinus carpio*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22 (12), 9159-9172. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-4061-7>

Moreno-Ortiz V.C., Martínez-Núñez J. M., Kravzov-Jinich J., Pérez-Hernández L.A., Moreno-Bonett C. y Altagracia-Martínez M. (2013). Los medicamentos de receta de origen sintético y su impacto en el medio ambiente. *Rev. Mex. Cienc. Farm.* 44 (4), 17-29.

Muñoz M., García-Muñoz P., Pliego G., de Pedro Z.M., Zazo J.A., Casas J.A. y Rodríguez J.J. (2016). Application of intensified Fenton oxidation to the treatment of hospital wastewater: Kinetics, ecotoxicity and disinfection. *J. Environ. Chem. Eng.* 4 (4), 4107-4112. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.09.019>

Nagarajan R., Thirumalaisamy S. y Lakshumanan E. (2012). Impact of leachate on groundwater pollution due to non-engineered municipal solid waste landfill sites of erode city, Tamil Nadu, India. *Iranian J. Environ. Health. Sci. Eng.* 9 (1), 35. <https://doi.org/10.1186/1735-2746-9-35>

Naing N.N., Li S.F.Y. y Lee H.K. (2015). Graphene oxide- based dispersive solid-phase extraction



combined with in situ derivatization and gas chromatography-mass spectrometry for the determination of acidic pharmaceuticals in water. *J. Chromatog. A.* 1426, 69-76.  
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2015.11.070>

Nakyanzi J.K., Kitutu F.E., Oria H. y Kamba P.F. (2010). Expiry of medicines in supply outlets in Uganda. *Bull. World. Health. Organ.* 88(2), 154-158. <https://doi.org/10.2471/BLT.08.057471>

Neri-Cruz N.G., Gómez-Oliván L.M., Galar-Martínez M., Romero-Figueroa M.R., Islas-Flores H., García-Medina S., Jimenez V.J.M. y SanJuan-Reyes N. (2015). Oxidative stress in *Cyprinus carpio* induced by hospital wastewater in Mexico. *Ecotoxicology* 24(1), 181-193.  
<https://doi.org/10.1007/s10646-014-1371-y>

Nunes B., Carvalho F. y Guilhermino L. (2005). Acute toxicity of widely used pharmaceuticals in aquatic species: *Gambusia holbrooki*, *Artemia parthenogenetica* and *Tetraselmis chuii*. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 61 (3), 413-419. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.08.010>

OMS (1999). Directrices de seguridad para la eliminación de productos farmacéuticos no deseados durante y después de una emergencia. Organización Mundial de La Salud [en línea].  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66630/WHO\\_EDM\\_PAR\\_99.2\\_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/66630/WHO_EDM_PAR_99.2_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y) 18/8/2020.

Oppel J., Broll G., Löffler D., Meller M., Römbke J. y Ternes T. (2004). Leaching behaviour of pharmaceuticals in soil-testing-systems: A part of an environmental risk assessment for groundwater protection. *Sci. Total Environ.* 328 (1-3), 265-273. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.02.004>

Osorio V., Larrañaga A., Aceña J., Pérez S. y Barceló D. (2015). Concentration and risk of pharmaceuticals in freshwater systems are related to the population density and the livestock units in Iberian Rivers. *Sci. Total Environ.* 540, 267-277. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.143>

Oviedo-Gómez D.G.C., Galar-Martínez M., García-Medina S., Razo-Estrada C. y Gómez-Oliván L.M. (2010). Diclofenac-enriched artificial sediment induces oxidative stress in *Hyaella azteca*. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 29 (1), 39-43. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2009.09.004>

Pei J., Yao H., Wang H., Ren J. y Yu X. (2016). Comparison of ozone and thermal hydrolysis combined with anaerobic digestion for municipal and pharmaceutical waste sludge with tetracycline resistance genes. *Water Res.* 99, 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.04.058>

Pereira A.M.P.T., Silva L.J.G., Lino C.M., Meisel L.M. y Pena A. (2017). A critical evaluation of different parameters for estimating pharmaceutical exposure seeking an improved environmental risk assessment. *Sci. Total Environ.* 603-604, 226-236. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.022>

Pino-Otín M.R., Muñiz S., Val J. y Navarro E. (2017). Effects of 18 pharmaceuticals on the physiological diversity of edaphic microorganisms. *Sci. Total Environ.* 595, 441-450.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.002>



Poirier-Larabie S., Segura P.A. y Gagnon C. (2016). Degradation of the pharmaceutics diclofenac and sulfamethoxazole and their transformation products under controlled environmental conditions. *Sci. Total Environ.* 557-558, 257-267. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.057>

Rao Y., Yang H., Xue D., Gu, Y., Qi F. y Ma J. (2016). Sono-lytic and sonophotolytic degradation of carbamazepine: Kinetic and mechanisms. *Ultrason. Sonochem.* 32, 37-379. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.04.005>

Sacher F., Lange F.T., Brauch H.J. y Blankenhorn I. (2001). Pharmaceuticals in groundwaters: Analytical methods and results of a monitoring program in Baden-Württemberg, Germany. *J. Chromatog. A.* 938 (1-2), 199-210. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)01266-3](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)01266-3)

Sánchez E.G., Espinosa C. y García J.C. (2013). Diseño e implementación de un programa de recolección y clasificación sistemática de medicamentos no útiles en un hospital de tercer nivel. *Rev. Mex. Cien. Farm.* 44 (2), 46-54.

Saravanan M., Hur J.H., Arul N. y Ramesh M. (2014). Toxicological effects of clofibric acid and diclofenac on plasma thyroid hormones of an Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* during short and long-term exposures. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 38 (3), 948-958. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2014.10.013>

Sartaj M. y Arabgol R. (2015). Assessment of healthcare waste management practices and associated problems in Isfahan Province (Iran). *J. Mater. Cycles. Waste Manage.* 17, 99-106. <https://doi.org/10.1007/s10163-014-0230-5>

Sauvêtre A., May R., Harpaintner R., Poschenrieder C. y Schröder P. (2018). Metabolism of carbamazepine in plant roots and endophytic rhizobacteria isolated from *Phragmites australis*. *J. Hazard. Mater.* 342, 85-95. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.08.006>  
SE-ProMéxico 2013. Industria farmacéutica. Secretaría de Economía-ProMéxico [en línea]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62881/130820\\_DS\\_Farmacautica\\_ESP.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62881/130820_DS_Farmacautica_ESP.pdf) 18/8/2020.

SEMARNAT (1996a). Norma Oficial Mexicana NOM- 001-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 24 de diciembre.

SEMARNAT (1996b). Norma Oficial Mexicana NOM- 002-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 3 de junio.

SEMARNAT (1996c). Norma Oficial Mexicana NOM- 003-ECOL-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 21 septiembre.



SEMARNAT (2013). Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 7 de junio.

SEMARNAT (2013-2014). El medio ambiente en México 2013-2014. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México [en línea]. [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_resumen14/06\\_agua/6\\_2\\_3.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_3.html) 18/8/2020.

SEMARNAT (2014). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 31 de octubre.

SEMARNAT (2018). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, 19 de enero.

Stackelberg P.E., Furlong E.T., Meyer M.T., Zaugg S.D., Henderson A.K. y Reissman D.B. (2004). Persistence of pharmaceutical compounds and other organic wastewater contaminants in a conventional drinking-water-treatment plant. *Sci. Total Environ.* 329 (1-3), 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.03.015>

Stancová V., Ziková A., Svobodová Z. y Kloas W. (2015). Effects of the non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) naproxen on gene expression of antioxidant enzymes in zebrafish (*Danio rerio*). *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 40 (2), 343-348. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2015.07.009>

Sawalha A. (2010). Extent of storage and wastage of antibacterial agents in Palestinian households. *Pharm. World Sci.* 32 (4), 530-535. <https://doi.org/10.1007/s11096-010-9404-y>

SSA (2015). Norma Oficial Mexicana NOM-059- SSA1-2015. Buenas prácticas de fabricación de medicamentos. Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación, 5 de febrero.

Sui Q., Zhao W., Cao X., Lu S., Qiu Z., Gu X. y Yu G. (2016). Pharmaceuticals and personal care products in the leachates from a typical landfill reservoir of municipal solid waste in Shanghai, China: Occurrence and removal by a full-scale membrane bioreactor. *J. Hazard. Mater.* 323 (Part A), 99-108. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.03.047>

Sweileh W.M., Sawalha A.F., Zyoud S.H., Al-Jabi S.W., Bani Shamsheh F.F. y Khalaf H.S. (2010). Storage, utilization and cost of drug products in Palestinian households. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* 48, 59-67. <https://doi.org/10.5414/CP48059>

Tahar A., Tiedeken E.J., Clifford E., Cummins E. y Rowan N. (2017). Development of a semi-quantitative risk assessment model for evaluating environmental threat posed by the three first EU watch-list pharmaceuticals to urban wastewater treatment plants: An Irish case study. *Sci. Total Environ.* 603-604, 627-638. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.227>

Thorpe K.L., Cummings R.I., Hutchinson T.H., Scholze M., Brighty G., Sumpter J.P. y Tyler C.R. (2003).



Relative potencies and combination effects of steroidal estrogens in fish. *Environ. Sci. Technol.* 37 (6), 1142-1149. <https://doi.org/10.1021/es0201348>

Tischler L., Buzby M., Finan D.S. y Cunningham V.L. (2013). Landfill disposal of unused medicines reduces surface water releases. *Integr. Environ. Assess. Man- age.* 9 (1), 142-154. <https://doi.org/10.1002/ieam.1311>

Tong A.Y.C., Peake B.M. y Braund R. (2011). Disposal practices for unused medications in New Zealand community pharmacies. *J. Prim. Health. Care* 3 (3), 197-203. <https://doi.org/10.1071/HC11197>

Tsikakos D. (2017). Pentafluorobenzyl bromide – A versatile derivatization agent in chromatography and mass spectrometry: I. Analysis of inorganic anions and organophosphates. *J. Chromatogr. B. Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.* 1043, 187-201. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2016.08.015>

Togola A. y Budzinski H. (2007). Analytical development for analysis of pharmaceuticals in water samples by SPE and GC-MS. *Anal. Bioanal. Chem.* 388 (3), 627-635. <https://doi.org/10.1007/s00216-007-1251-x>

Tully M. (2018). Let's talk about antiseizure medications and verbal fluency. *Sci. Transl. Med.* 10, (449). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aau1976>

Uysal F y Tinmaz E. (2004). Medical waste management in Trachea region of Turkey: Suggested remedial action. *Waste Manage. Res.* 22, 403-407. <https://doi.org/10.1177/0734242X04045690>

Valdés M.E., Huerta B., Wunderlin D.A., Bistoni M.A., Barceló D. y Rodríguez-Mozaz S. (2016). Bioaccumulation and bioconcentration of carbamazepine and other pharmaceuticals in fish under field and controlled laboratory experiments. Evidences of carbamazepine metabolization by fish. *Sci. Total Environ.* 557-558, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.045>

Vellinga A., Cormican S., Driscoll J., Furey M., O'Sullivan M. y Cormican M. (2014). Public practice regarding disposal of unused medicines in Ireland. *Sci. Total Environ.* 478, 98-102. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.085>

Verlicchi P. y Zambello E. (2016). Predicted and measured concentrations of pharmaceuticals in hospital effluents. Examination of the strengths and weaknesses of the two approaches through the analysis of a case study. *Sci. Total Environ.* 565, 82-94. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.165>

Vieno N. y Sillanpää M. (2014). Fate of diclofenac in municipal wastewater treatment plant – A review. *Environ. Int.* 69, 2-39. <https://doi.org/10.1016/j.en- vint.2014.03.021>

Wang Y., Tang W., Qiao J. y Song L. (2015). Occurrence and prevalence of antibiotic resistance in landfill leachate. *Environ. Sci. Pollut. R.* 22(16), 12525-12533. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4514-7>

Wiegel S., Aulinger A., Brockmeyer R., Harms H., Löffler J., Reincke H., Schmidt R., Stachel B., von Tumpling W. y Wanke A. (2004). Pharmaceuticals in the river Elbe and its tributaries. *Chemosphere* 57



(2), 107-126. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2004.05.017>

Wollenberger L., Halling-Sørensen B. y Kusk K.O. (2000). Acute and chronic toxicity of veterinary antibiotics to *Daphnia magna*. *Chemosphere* 40 (7), 723-730. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(99\)00443-9](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(99)00443-9)

Yu J.T., Bouwer E.J. y Coelhan M. (2006). Occurrence and biodegradability studies of selected pharmaceuticals and personal care products in sewage effluent. *Agr. Water Manage.* 86 (1-2), 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.06.015>

Zemann M., Majewsky M. y Wolf L. (2016). Accumulation of pharmaceuticals in groundwater under arid climate conditions – Results from unsaturated column experiments. *Chemosphere* 154, 463-471. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.03.136>

Zhang Y., Geißen S.U. y Gal C. (2008). Carbamazepine and diclofenac: Removal in wastewater treatment plants and occurrence in water bodies. *Chemosphere* 73, 1151-1161. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.07.086>

Zuccato E., Castiglioni S. y Fanelli R. (2005). Identification of the pharmaceuticals for human use contaminating the Italian aquatic environment. *J. Hazard. Mater.* 122 (3), 205-209. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2005.03.001>





## REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS QUALITATIVOS QUANTO À DISPOSIÇÃO FINAL DE MEDICAMENTOS INSERVÍVEIS

Rebecca Pinto de Oliveira<sup>1</sup>; João Gabriel de Abreu Souza<sup>1</sup>; Gabriel de Pinna Mendez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ); email:  
campiti.rebecca@gmail.com

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar estudos que tratam do descarte de medicamentos inservíveis (fora de uso ou com data de validade vencida). Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, tendo como foco artigos científicos publicados entre os anos de 2015 e 2020 nas bases de dados do Portal de Periódicos da CAPES, Scielo (Scientific Electronic Library Online), além da busca em periódicos renomados na área de resíduos (Waste Management). Foram usadas como palavras chave (descritores): “descarte de medicamentos vencidos” e “*expired medicines disposal*”. Foram encontrados 156 artigos, sendo que, após leitura e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o universo foi reduzido para 21 publicações. Verificou-se que a pesquisa qualitativa é um método viável para o estudo do descarte de medicamentos inservíveis. Foi possível conhecer alguns dos motivos para que o descarte de medicamentos não aconteça de forma adequada, além de possibilitar uma comparação do fenômeno no Brasil, em relação a outros países. Todos os estudos analisados mostraram que, mesmo em diferentes estados do Brasil ou em diferentes lugares do mundo, o cenário é similar. Os medicamentos inservíveis, de forma geral, são descartados de forma inadequada (como resíduo domiciliar comum ou em bacias sanitárias e pias), principalmente por falta de informação do consumidor de como realizar esse descarte de maneira correta.

**Palavras-chave:** Medicamentos Inservíveis. Pesquisa Qualitativa. Descarte. Revisão da Literatura.

## SYSTEMATIC REVIEW OF QUALITATIVE STUDIES ON THE FINAL DISPOSAL OF UNUSABLE MEDICINES

### ABSTRACT



The present study aimed to analyze studies that deal with the disposal of unusable drugs (out of use or expired). Therefore, a systematic review of the literature was carried out, focusing on scientific articles published between 2015 and 2020 in the databases of the CAPES Periodicals Portal, Scielo (Scientific Electronic Library Online), in addition to the search in renowned journals in waste area (Waste Management). Key words (descriptors) were used: “disposal of expired medicines” and “expired medicines disposal”. A total of 156 articles were found, and, after reading and applying the inclusion and exclusion criteria, the universe was reduced to 21 publications. It was found that qualitative research is a viable method for studying the disposal of unusable medicines. It was possible to know some of the reasons why the disposal of medicines does not happen properly, in addition to allowing a comparison of the phenomenon in Brazil, in relation to other countries. All the studies analyzed showed that, even in different states of Brazil or in different parts of the world, the scenario is similar. Unusable medicines, in general, are disposed of improperly (as common household waste or in toilet bowls and sinks), mainly due to lack of consumer information on how to dispose of this correctly.

**Keywords:** Unusable Medicines. Qualitative research. discard. Literature revision.

## 1 Introdução

É incontestável o fato de que os medicamentos são de grande importância para a sociedade, uma vez que são responsáveis pelo tratamento de diversas doenças e promovem uma melhor qualidade de vida. Os resíduos de medicamentos são classificados pela Norma da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) RDC 306/04 e pela ABNT 12808/93 (Agência Brasileira de Normas Técnicas) como resíduos químicos de saúde classe B. Compreendidos por substâncias químicas que podem apresentar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade (BRASIL, 2004). Porém, apesar de serem classificados como Resíduos de Serviço de Saúde (RSS), muitas vezes os resíduos de medicamentos são descartados juntamente com os resíduos Sólidos Urbanos (RSU).

Segundo Falqueto (2009) e Fanhani (2006), o Brasil está entre as dez nações nas quais mais se compram medicamentos. De acordo com Bila e Dezotti (2003) cerca de 20% dos medicamentos consumidos no Brasil vão parar na rede de esgotamento sanitário ou são descartadas no lixo comum. Os autores alertam ainda que a disposição final de medicamentos inservíveis pode culminar em impactos ambientais relevantes. Em todo planeta foram encontradas diversas classes de antibióticos, hormônios, anti-inflamatórios, anestésicos, analgésicos, entre outros, em esgotos domésticos e em águas superficiais e



subterrâneas.

Esse tipo de resíduo pode levar a diversas reações em seres aquáticos e terrestres, podendo afetar todo um ecossistema e a cadeia biológica em si. A presença desse tipo de substância nos esgotos e nas águas superficiais, constitui um desafio para os processos de tratamento de efluentes e de água para consumo humano, uma vez que as técnicas tradicionalmente utilizadas, são insuficientes, em grande parte das vezes, para detectar e remover esse tipo de substância.

O método qualitativo, segundo Minayo e Costa (2019), têm como matéria prima um conjunto de substantivos cujos sentidos se complementam: experiência, vivência, senso comum e ação. E o movimento informa que qualquer abordagem, se baseia em quatro verbos: escutar, compreender, interpretar e dialetizar”. Os autores previamente citados dividem a pesquisa qualitativa em três etapas: a primeira fase, exploratória, a segunda, o trabalho de campo e a terceira a análise do material coletado de forma empírica e documental. Ela é utilizada para a compreensão de fenômenos que podem ser caracterizados por um alto grau de complexidade, como é o caso dos problemas relacionados ao trato com medicamentos inservíveis.

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura a fim de analisar diversas publicações que usaram o método qualitativo para determinar como o descarte de medicamentos inservíveis é feito em diversas regiões do país e até do mundo. De modo a observar, em um quadro amplo e geral, a nível nacional e internacional, se esse descarte está sendo realizado de modo adequado ou inadequado, buscando compreender o fenômeno.

## 2 Métodos

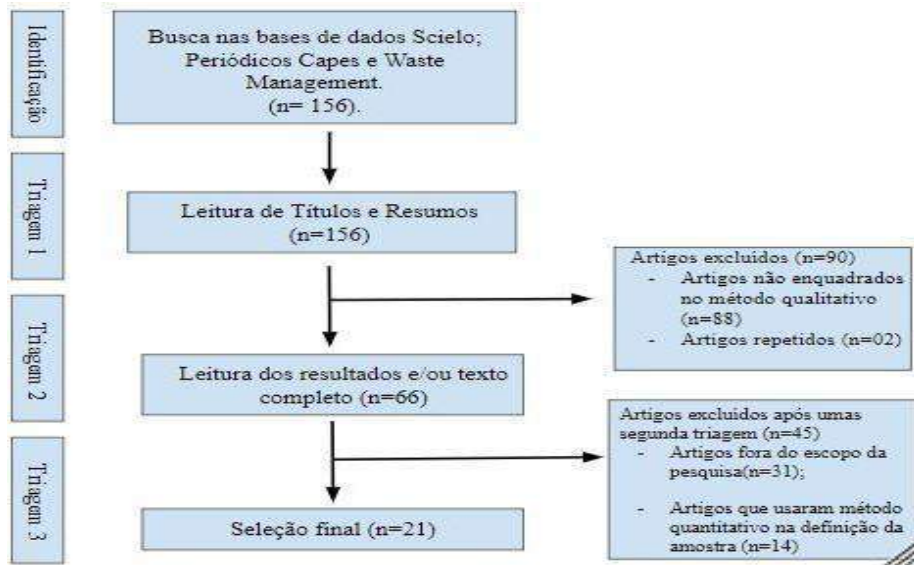
Realizou-se uma revisão dos artigos que foram publicados entre 2015 e 2020 de estudos qualitativos envolvendo o descarte de medicamentos inservíveis. As publicações foram buscadas das bases de dados da Scielo (*Scientific Eletronic Library Online*), do Portal de Periódicos da CAPES e do periódico intitulado Waste Management.

As palavras chaves utilizadas foram “Descarte de Medicamentos inservíveis” e “*Expired Medicine Disposal*”. A partir dessa busca, foi encontrado um total de 156 artigos, sendo que após a leitura dos títulos e/ou resumos, 90 foram excluídos. Destes, 88 não se enquadraram no método qualitativo e 02 estavam em duplicidade.

Os 66 artigos restantes foram lidos na íntegra e, nessa nova triagem, mais 45 foram excluídos. Destes,

31 eram artigos que se encontravam fora do escopo de pesquisa e 14 usaram o método quantitativo ao invés do qualitativo. O universo de seleção foi reduzido para 21 artigos, seguindo os critérios de inclusão e exclusão descritos acima e ilustrados pelo fluxograma abaixo.

**Fig. 1** Fluxograma de Seleção dos artigos do Estudo. Fonte: Adaptado de Taquette e Maia Monteiro (2019)



### 3 Resultados e Discussões

De acordo com o protocolo de seleção descrito na figura 1, foram selecionados 21 artigos cujo tema se enquadra no escopo da pesquisa. Quanto ao descarte de medicamentos inservíveis propriamente dito, pode-se observar na coluna de resultados/ conclusões do Quadro 1 que, o cenário se repete independente do estado ou região do Brasil e em muitos outros países do mundo. Grande parte da população ainda descarta seus resíduos de medicamentos de forma inadequada, geralmente em lixo doméstico comum, pias ou vasos sanitários.

Diversos artigos citaram ainda que o motivo dessa ocorrência é, principalmente, a falta de informação dos consumidores que não têm o conhecimento e a informação do que fazer com esses resíduos. Através das entrevistas semiestruturadas utilizadas como ferramenta de busca de dados em alguns artigos, pode-se perceber que grande parte das pessoas não têm conhecimento sobre o impacto que esse descarte indevido pode causar no meio ambiente e reforçam a falta de informação sobre o modo correto de descartar os medicamentos inservíveis e políticas públicas para mitigar o problema.

Observou-se através da análise dos questionários respondidos pelos entrevistados que muitos acredi

tam, equivocadamente, que a venda fracionada de medicamentos e a implementação de um programa de logística reversa resolveria todos os problemas. Porém, há diversos fatores ainda a serem analisados e muitas variáveis a serem consideradas para pensar desse modo.

As ferramentas de estudo qualitativo mais empregadas foram a realização de entrevistas semiestruturadas e aplicação de questionários a uma determinada amostra da população. Os dados foram organizados, em sua maioria, em tabelas e gráficos, onde os autores dos artigos demonstraram uma alta porcentagem da população que realiza esse descarte de modo errôneo.

Segundo Mendez *et al.* (2020), o critério amostral utilizado na pesquisa qualitativa é uma das questões mais sensíveis e que gera grandes discussões, principalmente quando se procura analisar um estudo sob a lógica quantitativa, que exigem amostragem estatisticamente representativa. É importante destacar que o critério de definição da amostra em pesquisa qualitativa não está tomando como requisito principal a quantidade de entrevistados e sim o conteúdo do material coletado. O Quadro 1, apresenta as principais informações dos artigos selecionados.

**Quadro 1.** Artigos selecionados pelos autores.

Autor Ano/ Local	Objetivos	Amostra	Resultados/ Conclusões
Ferreira <i>et al.</i> (2015) Belo Horizonte - MG	Analisar o conhecimento da população sobre descarte de medicamentos	400	A falta de informação da população e a ausência de legislação específica para o recolhimento desses produtos contribui para o descarte inadequado de medicamentos.
Guerrieri & Henkes (2017) Rio das Ostras - RJ	Analisar o descarte de medicamentos vencidos no município de Rio das Ostras, RJ	320	A maioria das pessoas descarta seus medicamentos em lixo comum, porém estão cientes dos impactos dessa atitude. Revela a necessidade de criação de pontos de coleta para este tipo de resíduo e de campanhas públicas para esclarecimento sobre o tema.

<p>Haffeman <i>et al.</i> (2016) Jaraguá do Sul - SC</p>	<p>Analisar o descarte de medicamentos vencidos no município de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, em todo o seu processo</p>	<p>790</p>	<p>Percebeu-se por meio das entrevistas uma grande discrepância entre o sistema público e privado. A primeira grande diferença está no uso da legislação.</p> <p>Enquanto o sistema privado I utiliza-se de uma diretriz bastante atualizada, o sistema privado II se utiliza das mesmas resoluções vigentes apontadas na PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos).</p> <p>Já o setor público, mesmo tendo suporte interno da Vigilância Sanitária, não mencionou utilizar nenhuma legislação, apesar de conhecer os mecanismos legais que regem essa questão.</p>
<p>Pereira <i>et al.</i> (2019) Picos - PI</p>	<p>Analisar o conhecimento e o comportamento sobre o descarte domiciliar de medicamentos</p>	<p>153</p>	<p>O conhecimento e o comportamento autorreferidos demonstram fragilidades que comprometem a saúde pública e ambiental. Existe uma necessidade urgente de implantação de políticas públicas que tratem exclusivamente desse assunto.</p>
<p>Vassoleur <i>et al.</i> (2016) Alegre - ES</p>	<p>Sensibilizar um grupo de alunos do Ensino Médio do município de Alegre (ES) sobre a importância do descarte consciente de medicamentos, com o intuito de torná-los multiplicadores das informações adquiridas.</p>	<p>Não Encontrado</p>	<p>Os alunos mostraram-se interessados e preocupados com a situação do descarte incorreto no município de Alegre, sendo estimulados a refletirem a partir de um problema mundial e a proporem alternativas para intervirem no descarte de medicamentos no âmbito local.</p>



Feitosa & Aquino (2016) Fortaleza -CE	Buscar conhecer o destino final de medicamentos vencidos e descartados pela população de uma comunidade em Fortaleza, CE	380	Constatou-se a necessidade da orientação da população quanto ao uso racional dos medicamentos. Critica o fato de não existir nenhuma orientação formal sobre o assunto por parte dos órgãos competentes em relação ao descarte correto de sobras de medicamentos em desuso ou vencidos. Evidenciou a necessidade de leis mais específicas e programas de conscientização e programas de recolhimento usando a logística reversa. Minimização da geração por diversos meios citados.
Soares <i>et al.</i> (2018) Teixeira de Freitas - BA	Analisar a literatura que discorre sobre os impactos ocasionados à saúde pública pelo descarte de medicamentos e o conhecimento da população sobre o assunto.	Não Encontrado	A maior parte da população tem o costume de descartar os medicamentos de forma incorreta (em lixo comum, pia, vaso sanitário) pelo fato de não haver nenhuma informação sobre a maneira correta de fazer o descarte. Concluiu-se que é necessária a conscientização da população.
Bandeira et al. (2019) Município do Sul do Brasil	Descrever como é realizado o descarte de medicamentos e avaliar o conhecimento de profissionais que atuam em Unidades de Saúde da Família a respeito do descarte de medicamentos.	16	Os trabalhadores não cumprem um descarte correto e a maioria desconhece a legislação vigente, porém reconhecem algumas consequências desse descarte indevido.

<p>Ramos et al. (2017) Distrito Federal</p>	<p>Analisar a forma como a população do DF realiza o descarte de medicamentos e refletir sobre os possíveis riscos sanitários e ambientes de exposição desses medicamentos descartados. Levantar ações, apontadas pelos próprios entrevistados, para sensibilizar a população sobre o descarte adequado.</p>	<p>393</p>	<p>O descarte de medicamentos é feito de maneira inadequada por mais da metade dos entrevistados. Algumas estratégias já estão sendo estudadas para minimizar o problema, mas a falta de uma política específica para destinação de medicamentos de uso domiciliar, contribui para tal prática.</p>
<p>Bashaar et al. (2017) Kabul - Afeganistão</p>	<p>Tomar conhecimento de como a população de Kabul realiza o descarte de seus medicamentos inservíveis</p>	<p>301</p>	<p>Existem lacunas nessas práticas e é necessário um programa de gestão de resíduos juntamente com a colaboração da mídia local. Ao mesmo tempo, os autores afirmam que profissionais de saúde e farmacêuticos podem prover treinamento para os consumidores sobre as leis para descarte de medicamentos.</p>
<p>Costa et al. (2017) Presidente Prudente - SP</p>	<p>Realizar um levantamento com relação ao descarte irregular de medicamentos no município de Presidente Prudente - SP.</p>	<p>193</p>	<p>Os resultados mostraram que 96% dos entrevistados possuem medicamentos armazenados em suas residências e que 60,21% deles são descartados como lixo doméstico, além disso, foi realizada uma comparação entre os sexos constatando que as mulheres possuem maior conhecimento em relação aos homens perante aos impactos que o descarte incorreto de medicamentos pode provocar no meio ambiente.</p>





Insani <i>et al.</i> (2020) Bandung - Indonésia	Avaliar as práticas de disposição de medicamentos vencidos e/ ou fora de uso da população geral de Bandung, Indonésia.	497	O descarte de medicamentos inutilizados e/ ou vencidos é feito de modo inadequado no meio ambiente. Isso pode ser explicado pela falta de informação das pessoas dessa região, onde o conhecimento é bastante precário e limitado.
Bashatah <i>et al.</i> (2020) Riyadh - Arábia Saudita	Teve como objetivo investigar o conhecimento e as práticas referentes ao descarte de medicamentos inservíveis pelos alunos de farmácia e enfermagem da Universidade de King Saud em Riyadh na Arábia Saudita.	352	Os resultados mostraram a necessidade de melhoria nas práticas de descarte. Segundo os autores, o governo deveria criar diretrizes para lidar melhor com esse problema e lançar programas de educação voltados para os métodos de disposição correta para profissionais da área da saúde e para o público em geral e implementar o programa de logística reversa.
Santos <i>et al.</i> (2015) Itajubá - MG	Mapear, quantificar e verificar a destinação dos medicamentos inservíveis e contribuir para uma discussão sobre os impactos causados no meio ambiente pelo descarte indevido.	30	Há falta de colaboração por parte do poder público local em instruir a comunidade, uma vez que existem muitas pessoas desinformadas. Apesar de as farmácias estarem implementando um programa de destinação, poucas entendem ou sabem a destinação correta desses resíduos.



<p>Oliveira <i>et al.</i> (2019) Alemanha, EUA, Suécia, Austrália e Brasil</p>	<p>Revisar dispositivos legais e normativos, nacionais e internacionais sobre gestão de medicamentos e seus resíduos, com o objetivo de encontrar as melhores estratégias que possam minimizar o impacto ambiental provocado pelos resíduos de medicamentos, bem como a exposição humana involuntária e esses compostos com a finalidade de sua aplicação no Brasil.</p>	<p>Não Encontrado</p>	<p>Algumas ferramentas de gestão adotadas em outros países, já fazem parte da legislação brasileira, porém ainda não podem ser observadas na prática. Um sistema de avaliação de impacto ambiental provocado pelos resíduos de medicamentos não é uma realidade brasileira apesar de muitos países já terem essa ferramenta implantada.</p>
<p>Baldoni <i>et al.</i> (2015) Divinópolis - MG</p>	<p>Orientar profissionais e usuários do SUS sobre o descarte e armazenamento de medicamentos, além de identificar o perfil de medicamentos descartados</p>	<p>12</p>	<p>Observou-se uma elevada frequência de descarte de medicamentos vencidos, o que evidenciou, segundo os autores, a necessidade de estratégias educativas para pacientes e equipes de saúde.</p>

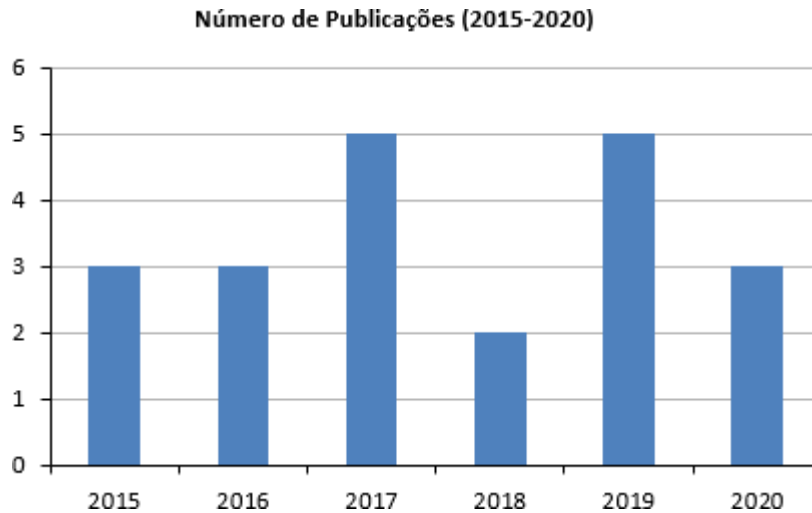


<p>Lustosa <i>et al.</i> (2019) Correntes - PI</p>	<p>Pesquisar como ocorre o descarte de medicamentos vencidos em estabelecimentos farmacêuticos, identificar como é realizado o gerenciamento no âmbito em questão, indagar acerca da percepção dos empresários do ramo sobre os riscos gerados ao meio ambiente e a saúde pública.</p>	<p>05</p>	<p>Não existe um gerenciamento adequado e o processo de logística reversa ainda é falho.</p>
<p>Blankenstein <i>et al.</i> (2018) Brasil</p>	<p>Compreender de qual forma está previsto o descarte de medicamentos na legislação e se esta previsão corresponde ao conhecimento técnico científico existente.</p>	<p>Não Encontrado</p>	<p>Não conformidade das normas sanitárias com o conhecimento técnico existente e com a legislação federal em vigor.</p>

<p>Lima <i>et al.</i> (2020) Portugal, Espanha e França</p>	<p>Entender uma das vias pelas quais os produtos farmacêuticos chegam ao meio ambiente, como por exemplo, a disposição inadequada das indústrias farmacêuticas. Analisar a percepção de risco ambiental e de saúde como um produto de confiança individual na gestão de resíduos farmacêuticos. Além de como ocorre a disposição adequada nos países do Leste Asiático.</p>	<p>509</p>	<p>O trabalho contribuiu para aprimorar a gestão de risco, ilustrando que a percepção de risco é relacionada ao comportamento individual.</p>
<p>Kusturica <i>et al.</i> (2019) Sérvia</p>	<p>Examinar os métodos de disposição de medicamentos domiciliares inservíveis. Objetivou também definir fatores que contribuem com a boa vontade dos indivíduos de pagar por um programa de coleta de medicamentos.</p>	<p>800</p>	<p>Cerca de 80% dos entrevistados querem participar do programa, porém, menos da metade está disposta a pagar pelo programa de coleta de medicamentos. A maioria da população sérvia dispõe seus medicamentos inservíveis de forma inapropriada, geralmente no lixo doméstico. Os autores ainda afirmam que um programa de coleta mais organizada e mais acessível é essencial.</p>
<p>Bento <i>et al.</i> (2017) Florianópolis - SC</p>	<p>Identificar o conhecimento dos profissionais de enfermagem de unidades de internação pediátrica sobre o gerenciamento de resíduos do serviço de saúde.</p>	<p>30</p>	<p>Os resultados apontam que poucos profissionais da instituição investigada conhecem o Programa de Gerenciamento de Resíduos de Saúde. A maioria realiza cuidados em relação aos resíduos, mas não participam de capacitações sobre o tema.</p>

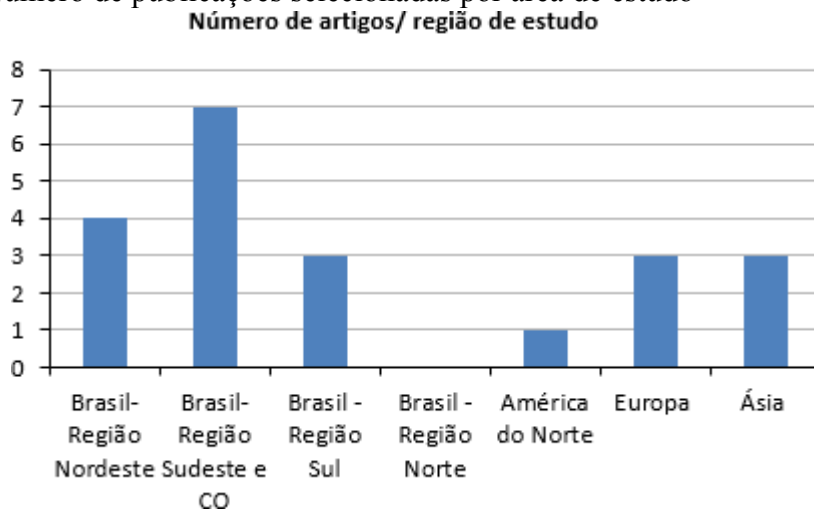
Quanto ao levantamento dos dados bibliográficos, a figura 2 mostra a quantidade de artigos selecionados publicados em cada ano (2015 a 2020) e a figura 3 ilustra o número de artigos selecionados por área de estudo, onde a região Sudeste do Brasil se destaca.

**Fig. 2** Número de publicações selecionadas por ano



Fonte: Autores do Trabalho

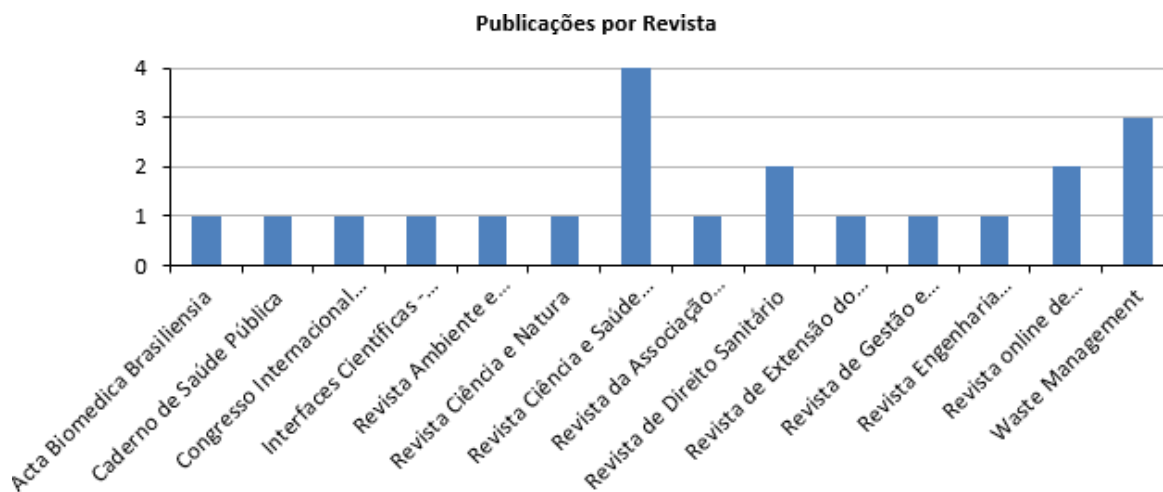
**Fig.3:** Número de publicações selecionadas por área de estudo



Fonte: Autores do Trabalho

Com relação a publicação por revista científica, a figura 4 mostra que, em âmbito nacional, a “Revista Ciência e Saúde Coletiva” foi a que teve mais artigos selecionados, enquanto em âmbito internacional, o Waste Management foi o periódico com mais artigos selecionados publicados.

**Fig. 4** Número de publicações selecionadas por revista científica.



**Fonte:** Autores do Trabalho.

## 5 Conclusões

Através do presente trabalho, foi possível conhecer o comportamento dos cidadãos de diferentes estados do Brasil e cidades do mundo quanto ao descarte de medicamentos inservíveis. Percebeu-se que esse descarte é realizado de modo inadequado, como resíduo domiciliar comum e na rede de esgotamento sanitário, causando diversos impactos negativos no meio ambiente terrestre e aquático, afetando assim seus ecossistemas e a cadeia biológica.

Foi observado que, de um modo geral, a população não está ciente dos riscos ambientais que essa prática pode causar e, ao mesmo tempo, não sabe como realizar esse descarte de maneira apropriada.

Foram levantadas em diversos artigos algumas soluções para o problema como a educação ambiental, a fim de informar aos consumidores sobre o modo correto de descarte e armazenamento. A implementação de um programa de logística reversa no caso de medicamentos dentro da data de validade, porém fora de uso, de modo que possam ser reaproveitados em Unidades Públicas de Saúde e afins. A venda fracionada de remédios, onde o comprador adquire apenas a quantidade que realmente vai precisar, evitando assim o desperdício, além da criação de políticas públicas e revisões de Leis e Normas referentes ao assunto para encobrir as lacunas existentes.

Por fim, foi verificado que o método qualitativo é viável e tem sido utilizado em estudos de resíduos sólidos, como no caso do descarte de medicamentos. Além do estudo dos resíduos envolver aspectos sociais, culturais e subjetivos, através do método qualitativo não se deseja medir e sim, conhecer o fenômeno.



### Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993). Resíduos de serviços de saúde: classificação: NBR 12808. ABNT.

Bandeira, E.; Et al. (2019). Medicine Disposal: A socio- environmental and health issue. Revista Online de Pesquisa Cuidado é Fundamental.

Bila, D. M., Dezotti, M. (2003) Fármacos no Meio Ambiente. Química Nova, Rio de Janeiro, v.26, n.4, jul.

Bila, D.M., dezotti, M. (2005). Identificação de fármacos e estrogênios residuais e suas consequências no meio ambiente. Programa de Engenharia Química/ COPPE-UFRJ. Fronteiras da Engenharia Química. 1ª ed. Rio de Janeiro: E- papers.

Brasil (2004). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 306, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. Diário Oficial da União, Brasília – DF.

Brasil (2012). Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos.

Brasil. Diretrizes metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados.

Falqueto, E.; *et al.* (2009). O que você precisa saber sobre resíduos de medicamentos: manual básico. 1ª ed. São Paulo; Hucitec.

Fanhani, H.R., *et al.* (2006). Avaliação domiciliar da utilização de medicamentos por moradores de Jardim Tarumã, município de Umuarama, PR. Arquivos de Ciências da Saúde da Unipar, Umuarama, v.10, n.3, p.127- 131, set/dez.

Mendez, G. P.; Mahler, C. F.; Taquette, S. R. (2020). Gestão de resíduos sólidos: revisão sistemática de estudos qualitativos. Revista Ciência e Natura, Rio de Janeiro, Brasil.

Minayo, M. C. de S.; Costa, A. P. (2009). Técnicas que fazem o uso da palavra, do olhar e da empatia: Pesquisa qualitativa em ação.



### ASSESSING THE INTERACTION BETWEEN URBAN AIR POLLUTION AND LAND USE ON THE SUSTAINABILITY OF TABRIZ CITY

Sepideh Pouri<sup>1</sup>; Sepideh Momeni<sup>2</sup>; Leila Rahimi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tabriz University; e-mail:pouri\_sepideh@outlook.com

<sup>2</sup>Iran University of Science and Technology

<sup>1</sup>Tabriz University

#### ABSTRACT

The urban environment spatially air quality represents one of the most important sources to global climate change, while at the same time holding the key to a more sustainable way of living. Given the rapid growth of the function and forms of cities, meeting the requirements of population changes aspects within the context of variable risks overshadowed by environmental challenges (e.g., climate change and air pollution) highly comes to the fore. In this regard, this study aims to investigate the interactions between urban sustainability coupled with urban pollution in order to deal with an integrated approach adopted to improve the air quality of the city of Tabriz at northwest Iran. In this way, six pollution assessment stations within the study area have been examined by using the geographic information system (GIS) to measure the level of pollution in the city. Overall, results of the study revealed the point that pollution level experienced an increasing trend and the weather is being polluted not merely based on emissions from cars in downtowns at the main streets but also based on the nearby industrial places results in a high concentration of nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) gas very high at areas with high road traffic while that of sulfur oxides (SO<sub>x</sub>) varied differently. The results show that there are higher CO emissions around downtown areas of the city of Tabriz. It should be mentioned that industrial land use is overshadowed by the circle of carbon and changing our climate. With low-carbon technologies, Land use distribution balance, implementation of polycentric urban form, mixed land use in city centers, Transformation of heavy industrial units out of city exclusion, and energy-efficiency improvement, Tabriz can achieve environmental sustainability and wellbeing for citizens.





**Keywords:** Air Pollution, Land use, Sustainability, Tabriz City

## **AVALIANDO A INTERAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA URBANA E USO SUSTENTÁVEL DA TERRA NA CIDADE DE TABRIZ**

### **RESUMO**

O ambiente urbano espacialmente a qualidade do ar representa uma das fontes mais importantes para as mudanças climáticas globais, ao mesmo tempo em que é a chave para um modo de vida mais sustentável. Dado o rápido crescimento da função e das formas das cidades, o atendimento aos requisitos das mudanças populacionais no contexto de riscos variáveis ofuscados por desafios ambientais (por exemplo, mudanças climáticas e poluição do ar) vem à tona. Nesse sentido, este estudo visa investigar as interações entre a sustentabilidade urbana aliada à poluição urbana, a fim de lidar com uma abordagem integrada adotada para melhorar a qualidade do ar da cidade de Tabriz, no noroeste do Irã. Desta forma, seis estações de avaliação de poluição dentro da área de estudo foram examinadas usando o sistema de informação geográfica (GIS) para medir o nível de poluição na cidade. No geral, os resultados do estudo revelaram que o nível de poluição experimentou uma tendência crescente e o clima está sendo poluído não apenas com base nas emissões dos carros nos centros das ruas principais, mas também com base nas áreas industriais próximas, resultando em uma alta concentração de nitrogênio óxidos (NOx) gasosos muito elevados em áreas com alto tráfego rodoviário enquanto que o de óxidos de enxofre (SOx) variou de forma diferente. Os resultados mostram que há maiores emissões de CO nas áreas centrais da cidade de Tabriz. Deve-se mencionar que o uso industrial do solo é ofuscado pelo círculo de carbono e pela mudança do nosso clima. Com tecnologias de baixo carbono, equilíbrio de distribuição do uso do solo, implementação de forma urbana policêntrica, uso misto do solo nos centros das cidades, transformação de unidades industriais pesadas fora da exclusão da cidade e melhoria da eficiência energética, Tabriz pode alcançar sustentabilidade ambiental e bem-estar para os cidadãos.

**Palavras-chave:** Poluição do Ar, Uso do Solo, Sustentabilidade, Cidade de Tabriz



### 1 Introduction

Urban sustainability has become a major concern throughout the world with which all the communities are grappling especially in the developing countries (Li and et al. 2019, 1052). Sustainability is an influential factor for human society to survive (Izakovičová et al,2018). Also, land-use plays a vital role in urban sustainability. Li's study indicated that current land-use policies are against sustainability (Li and et al. 2019, 1052). Izakovičová manifested that some environment issues were completely related to sustainable land-use like environmental pollution, increased demand for natural resources, climate change, energy security, political-economic, and environmental goals (Izakovičová et al,2018).

For instance, in economic rapid development, cities are faced with some challenges (e.g. air pollution, human health concerns, traffic congestion, climate change and etc) (Zhang et al, 2019). Moreover, climate change effects on human health, so it should be considered in urban land-use planning. It is depended to social activities, which release greenhouse gases to the atmosphere (Miller 2013, 177). Yigitcanlar, revealed that there are a lot of environmental issues including population increment, rapid urbanization, high private motor vehicle dependency, deregulated industrialization, and mass livestock production menace our wellbeing (Yigitcanlar & Kamruzzaman 2015, 14678). It can be estimated that, air quality with measuring pollution factors encompasses, Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Dioxide (NO<sub>2</sub>), Sulfur Dioxide (SO<sub>2</sub>), Ozone (O<sub>3</sub>), and the particles with a diameter of 10 micrometers (PM<sub>10</sub>). Furthermore, Air Quality Index (AQI) is an influential factor in assessing air quality (Safavy et al. 2016, 158-77).

There are lows on protecting the environment and reducing air pollution in Iran. According to Iran's legislation about how to reduce air pollution, define air pollution like "Air pollution refers to the presence and dissemination in the open air of one or more pollutants, including solid, liquid, gas, radioactive and non-radioactive radiation, ..." (season1, article2). This legislation also divided air pollution sources into three groups, that include: 1) Automobiles (motor vehicles) 2) Factories, industrial unite, and power planets, 3) Commercial, domestic and miscellaneous sources (season1, article3). There are some rules for motor vehicles and factories too in season 2 and 3. According to these rules, each motor vehicle should have a special certificate that follows the allowable emission limit of air pollutants (season2, article5). About factories "Building new factories, improving, modifying, and the location or production line of existing factories should have complied with the environmental protection organization's regulations and guidelines"



(season3, article12). Industrial poles, complex, power plants, etc. are obliged to allocate at least 10% of their space for creating green space and cultivate trees that suitable for the region (season3, article19).

Some research within this field is discussed in the continuation. In the article about Mexico City air pollution, Son developed finer spatiotemporal (LUR) models for some pollutant gases, by using mixed effect models with the LASSO<sup>1</sup>. Their approach to use the LASSO with hourly metrological and crowd-sourcing traffic data, which can increase to air pollution (Son et al. 2015, 40-48). Izakovičová, used an approach for sustainable land-use management. Integrated approach considered landscape as a geo-ecosystem with diverse potential. It also, introduced an aspect of land-use management, which can provide social development (Izakovičová et al, 2018).

Borrego (2006), focused on analyzing land-use types, and three different city structures on air quality. Results showed that between compact cities and network cities, compact cities can supply better air quality (Borrego et al. 2006, 461-467). Martínez-Bravo, using the structural equation model, examined the relationships between urban sustainability, pollution, and livability. Urban pollution data and the EU citizen obtained from 79 European cities (Martínez-Bravo et al. 2018). Mohamed, compared the sprawling pattern demographics, degree of built-up growth goodness, and land-use land cover (LULC), in his research. The article, focused on integrated management and urban- regional planning approach, sprawling, quantifying the built-up intensity, for controlling LULC dynamics to plan and manage sustainable urban growth (Mohamed and Worku 2018, 145-158).

## 2 Literature review

### 2.1 Sustainable development

Indeed, sustainable development is described as the development that provides present-day demands, without sacrificing future generations to meet their own needs (Marzukhi et al. 2012, 767, Cao 2018, 244). This is the base of the sustainability concept. Sustainability has different aspects comprises economic, Environmental, and social. In the economic context, it is important to continuously produce goods and services, maintain healthcare, to manage finance, etc. Eviting overexploitation of natural resources, protection of biodiversity, and other critical ecosystem functions such as climate, water and land resources, etc. are subsets of sustainability. Social sustainability includes activities which bring welfare to society (Cao



2018, 244).

As these aspects can't be considered separately. For instance, when it comes to the matter of providing wellbeing, environmental considerations should be on the first priority. Sustainable development typically focuses on enhancing the quality of life for all Earth's inhabitants without increasing the use of environmental assets beyond the ecosystem's capacity to provide them forever (Marzukhi et al. 2012, 767-774). The main objective of this research contributed to the cities discussion. Urban sustainability can be describing as, the ongoing process of dynamic integrated and co-evolution between the subsystems that make up a city without sacrificing the growth possibilities of nearby area and thus leading to the reduction of the negative impacts of growth on the biosphere (Alaloucha et al. 2019). As the sustainable city includes all of the city components like structure, land-use, population flow, traffic congestion.

Urban design or urban structure refers to the patterns of land-use, transport networks, water and energy facilities, as well as the physical process of growth that promotes human activity and its interactions (Marquez & Smith 1999, 541-548). Buildings and roads define the city's structure. Also roads and land-use determine population fallows and this fallow will directly effect on air quality. Within air quality, land-use influences urban development by specifying travel distances, which influence the fuel consumption and air pollution (Alalouch et al. 2019). According to Wong, relationship among buildings and their surroundings is seen as part of the urban design process (Wong et al. 2011, 387). There are three types of urban forms which relate to land-use, include Compact city, Corridor city, and the Disperse city (Borrego et al. 2006, 462). Alalouch (2019), stated that allocation of urban land-use is an integral part of urban sustainability. The effect of urban sustainability is widely expressed on land-intensive use, energy efficiency, environmental, and social, economic growth (Alalouch et al. 2019). Afterward, as Izakovičová stated, sustainability requires socio-economic development that maintains sustainable land-use values and protects the natural and cultural-historical sources and territorial potential (Izakovičová et al. 2017).

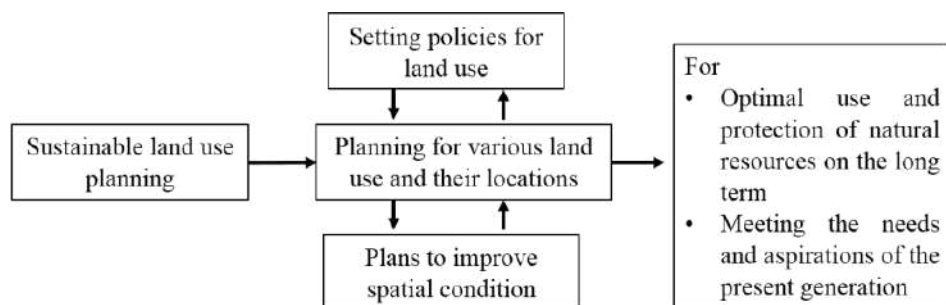
## 2.2 Land use

Land utilization is one of the most relevant factors in determining place activity. That describe the connection to the economic, social, and commute operations within neighborhoods and cities (Alalouch et al. 2019). According to Hubert and Cao study (2018), land-use defined as, systematic examination of environmental resources, land-use opportunities and socioeconomic factors with a view to choosing and

adapting the best land-use options (Van Lier 1998, 83-91, Cao 2018, 246). Land-use planning is the process of assigning various activities or functions such as, manufacturing, agriculture, recreation, or conservation to different area unit within a community, which is a priority for cities around the world (Zhou 2015, 479-491). Benton (2018), believe that land would provide some key ecosystem services that are important for human health and well-being: water, carbon storage, food, energy, amenities, leisure activities, living space, and cultural services (Benton et al. 2018, 88-95).

Indeed, sustainability is one of the land-use planning's goal. Thus sustainable land-use planning is a tool for setting land-use policies, enforcing those policies for the appropriate location of different land-uses and improving physical and spatial conditions for optimal long-term use and protection of natural resources, although dealing with present generations demands and expectations. Also Cao (2018), uses this diagram to show sustainable land-use planning (fig1):

**Fig. 1** Contents of sustainable land use planning (Cao, 2018, 246)



Spatial compactness, environmental protection, control air pollution, minimizing traffic congestion are some targets in sustainable land-use planning (Cao 2018, 246). Many land-use, such as industrial sectors, also have a direct effect on air pollution. Thus it is essential to air quality is to be included in land-use planning.

### 2.3 Air pollution

Climate change is one of the most important issues in sustainability aspect (Baghanam et al,2020b). As Colvile (2004) stated, air pollution is the most important factor in climate change. In addition, not only air pollution effect on sustainable environment, but also it has impacts on human health (Colvile et al,2004). Air pollution is the presence in the air of any substance which is harmful for plants, animals and human health



(Hosseini and Shahbazi, 2016). Industrialization, urban population growth, vehicle traffic, are some principles of air pollution sources, which add chemical components, particulate matter and biological material to the atmosphere. (Haque and Singh, 2017, Zhang et al, 2019, Safavy et al, 2016).

Most of the damage caused by the spread of pollution is fossil fuel products, which in most cars are mainly by-products of combustion engines. While their amounts are limited in most large cities they are still pose a hazard to humans. Impacts of these compounds in the environment may also be compounded by water vapor, natural dust and sunlight, which in turn, causes chemical reactions and creates a secondary series of harmful pollutants, including ozone (O<sub>3</sub>), secondary organic aerosols (SOA), sulfates and nitrates.

Greenhouse gases like NO<sub>x</sub> and SO<sub>x</sub> cause serious problems for the global climate and play a key role in fastening climate change (Rauland and Newman, 2015). Nitrogen oxides or NO<sub>x</sub> is released by industrial activities (Liu et al, 2016). Also, NO<sub>x</sub> forms O<sub>3</sub> in atmosphere (Clean Air Technology Center, 1999). According to world bank handbook burning high-sulfur coal or heating oil are the main sources of Sox which released by industrial boilers and nonferrous metal smelters. Moreover, domestic coal burning and vehicles can contribute to concentrations of sulfur dioxide (world bank group,1998). According to the over mentioned studies, these two gases are so dangerous for the environment and health. For decades, most large Iranian cities; Tehran, Mashhad, Arak, Isfahan, Ahvaz and Tabriz have confronted with major air pollution problems. However, the main goal of this study contributed to analyzing dominant factors related to industrial land-use, wind and etc. in Tabriz city's sustainability.

#### 2.4 AQI

AQI is an index for monitoring air quality. It informs users that clean or polluted their air is, and also what corresponding health impacts could be a concern for them. The AQI focused on the health impact that might feel after breathing polluted air in a few hours or days. Colors are key for communication. AQI's range is 0-500(no units), and it is also providing indicator of the quality of the air and its health effects (U.S. Environmental Protection Agency, 2003).

Table 1, shows AQI's range with their related health effects and Table 2, whenever pollutant gases get an AQI above 100, informs sensitive classes (U.S Environmental Protection Agency 2003).



**Tab. 1** Note: values above 500 are considered “beyond the AQI”.

For this AQI	Use this descriptor	And this color
0 to 50	Good	Green
51 to 100	Moderate	Yellow
101 to 150	Unhealthy for sensitive group	Orange
151 to 200	unhealthy	Red
201 to 300	Very unhealthy	Purple
301 to 500	hazardous	Maroon

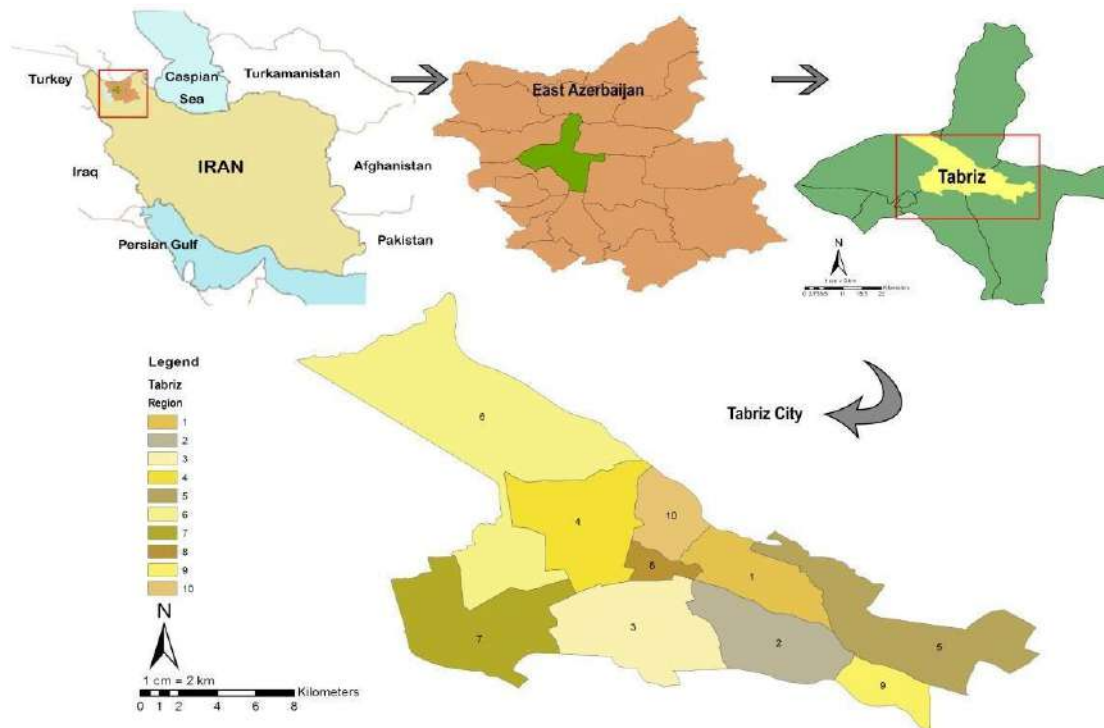
**Tab. 2** Notes: statements may be combined so that each group is mentioned only once.

When this pollutant has an AQI above 100	Report these sensitive group
Ozone	People with lung disease, children, older adults, people who are active outdoors (including outdoor workers), people with certain genetic variants, and people with diets in certain nutrients are the groups most at risk
PM2.5	People with heart or lung disease, older adults, children, and people of lower socioeconomic status are the groups most at risk
PM10	People with heart or lung disease, older adults, children, and people of lower socioeconomic status are the groups most at risk
CO	People with heart disease is the group most at risk
NO2	People with asthma, children, and older adults are the group most at risk
SO2	People with asthma, children, and older adults are the group most at risk

### 2.5 Case study

The study area (Fig2) encompasses the Tabriz metropolis at the heart of the East Azerbaijan province at northwest Iran. Tabriz city lies on the plain with a mild slope and at 60 km west ends on the east bank of the Urmia Lake (Baghanam et al. 2020a).

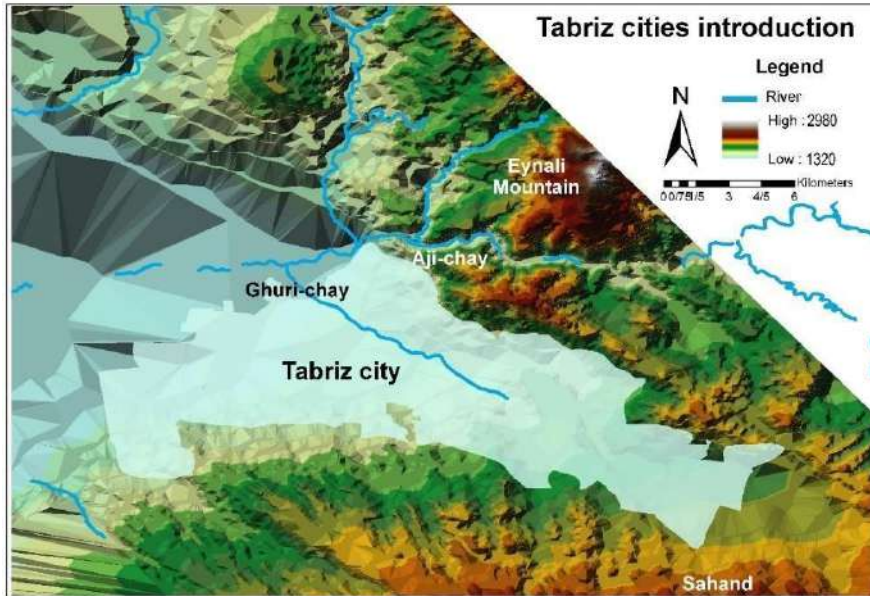
**Fig. 2** Map of the study area



This mountain city, located between Sahand and Eynali mountains in a fertile area at banks of Aji-chay and Ghuri-chay rivers. The natural land of Tabriz (Fig3) is surrounded by mountains on three sides, the northern part of the city is limited to Eynali mountain and its southern part is limited to Sahand mountain. It is only in the west that the city opens up into plain lands resulting from the functions of a river's conical section.

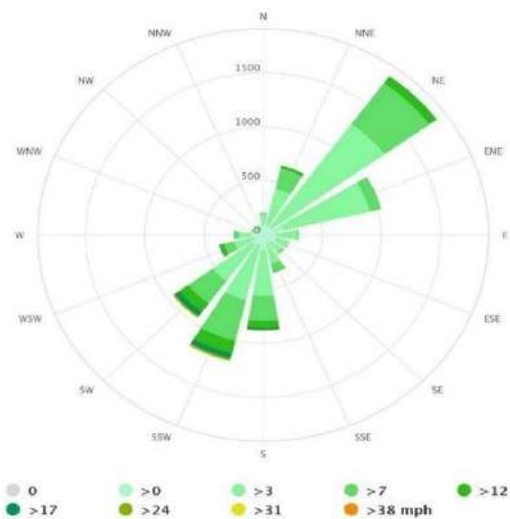


**Fig. 3** Tabriz cities introduction



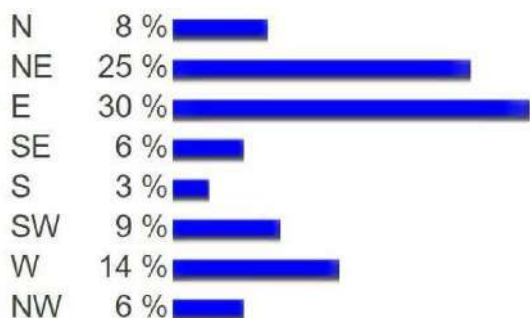
Tabriz has a continental climate with regular seasons bordering cold arid climate. It is a city with annual precipitation around 320 millimeters, and the average annual temperature of 12.6 °C. In summer cool winds mostly blow from east to west. The wind rose for Tabriz (Fig4) indicates how many hours a year the wind blows from the shown direction. In Tabriz South-West (SW) to North- East (NE) wind is blowing strongly.

**Fig. 4** Wind rose for Tabriz city (meteoblue,2020)



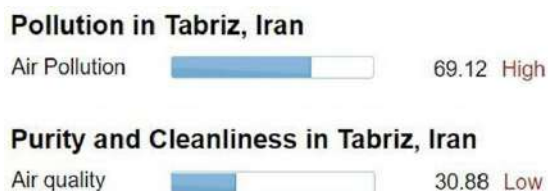
As shown in the Figure 5 and wind rose of Tabriz city, winds from the west and then the northeast have the highest values in the last ten years, therefore Tabriz is a relatively windy city.

**Fig. 5** Wind direction of Tabriz city (January 2010 – January 2020)



In this industrial city air pollution is one of the major environmental issues. In the second half of the 20th century, air pollution levels continuously increased due to the increase in the number of cars in the city's commuting and polluting industries such as thermal power plants, petrochemical complexes and oil refineries in the west. The air quality in this city is far away from world norms for clean air. Air quality has become a Very influential issue in Tabriz city (Fig6).

**Fig. 6** Pollution in Tabriz city (numbeo, 2020)

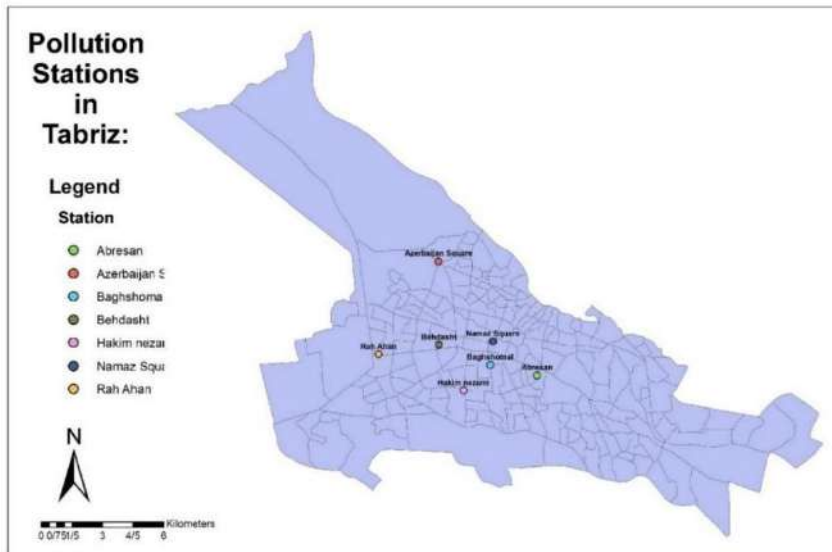


### 3 Proposed methodology

The air quality station maps of the Tabriz city were drawn with ArcGIS and seven pollution assessment stations (Fig7) in title of Abresan, Azerbaijan square, Baghshomal, Behdasht, Hakim nezami, Namaz square and Rah Ahan stations have been examined by using the geographic information system (GIS) to measure the level of pollution in the city. In addition, the Azerbaijan Square station does not have enough information because of its recent construction, it totally has pm10 information among the pollutants. The information of PM10, CO, NOX, SO2, O3, NO, NO2 pollutants are stored in Excel then internalized and analyzed with

ARC GIS software.

**Fig. 7** Pollution stations of Tabriz city



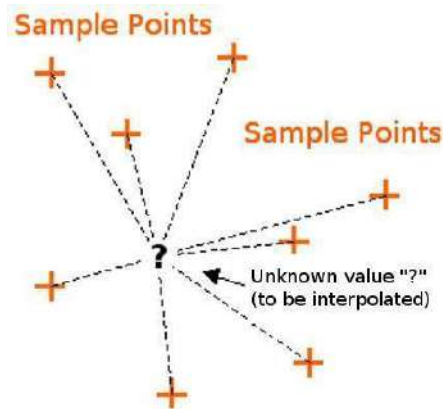
### 3.1 Spatial interpolation

Spatial interpolation is the method of using points with known values to estimate values at other unknown points. Spatial interpolation could estimate the air pollution at locations without reported data by using known pollutions readings at nearby pollution assessment stations. There are several interpolation methods but two commonly used interpolation methods are Inverse Distance Weighting (IDW) and Triangulated Irregular Networks (TIN). For this research data are going to interpolate by Inverse Distance Weighting for estimating air pollution of Tabriz city.

### 3.2 Inverse Distance Weighting (IDW)

The IDW is one of the most widely used forms of interpolation. It obtains the value by computing a weighted average of known values in a particular area (Fig8).

**Fig. 8** Inverse Distance Weighted interpolation based on weighted sample point distance



The weights are proportional to the proximity of the sampled points to the unsampled location and can be specified by the IDW power coefficient. The larger the power coefficient, the stronger the weight of nearby points as can be gleaned from the following equation that estimates the value  $z$  at an unsampled location  $j$ :

$$\hat{Z}_j = \frac{\sum_i Z_i / d_{ij}^n}{\sum_i 1 / d_{ij}^n}$$

The caret ^ above the vector  $z$  reminds estimating the value at  $j$ . Parameter  $n$  is the weight parameter used as an exponent of the distance thus amplifying the irrelevance of a point at location  $i$  as the distance to  $j$  increases. So a large  $n$  results in nearby points wielding a much greater influence on the unsampled location (Gimond 2019, 77).

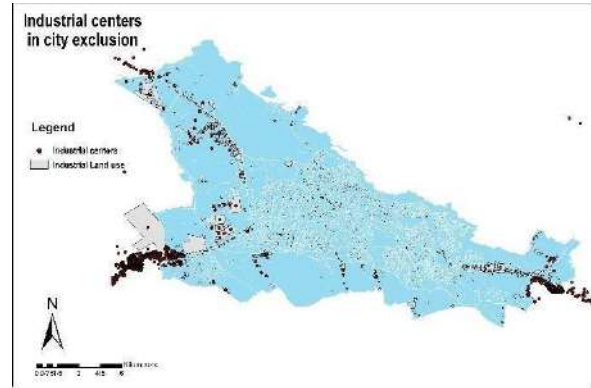
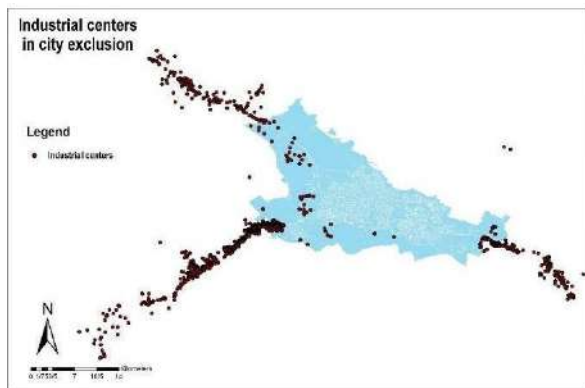
## 4 Results

### 4.1 Industrial Land Use

Industrial centers are located in Tabriz 's southwest, northwest and southeast, and the most concentrated industrial uses are to be found in the west, especially southwest of Tabriz (Fig. 9).

**Fig. 9** Industrial centers in Tabriz city exclusion

**Fig. 10** Industrial Land Use in Tabriz city



As shown in Figure 10, many of the major factories and pollutants are currently located in the southwest of Tabriz. Southwesterly wind blows high in spring, and it is relatively high in fall and winter.

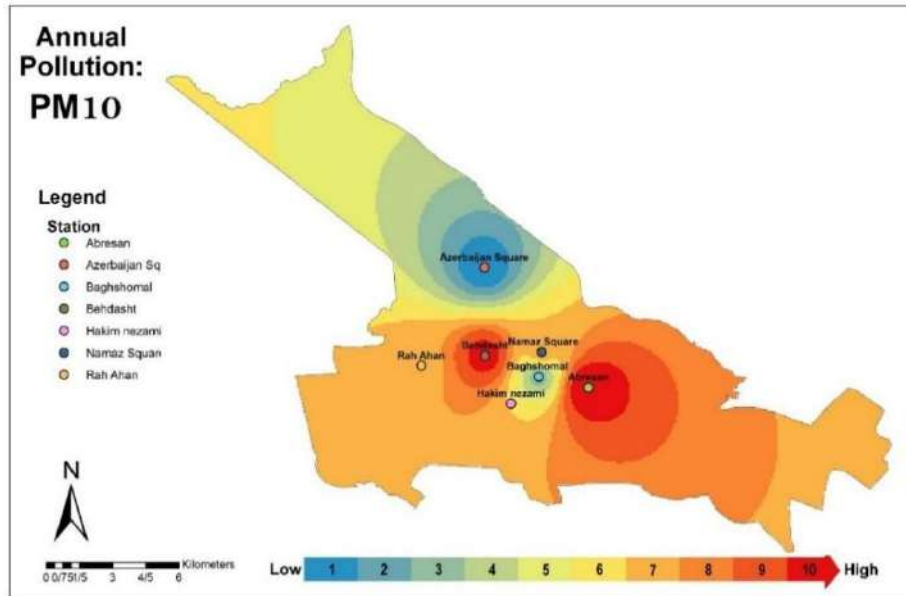
### Air pollution

The concentration of pollutants in the town and their origin will be discussed in continue.

### PM10

PM10 is particulate matter 10 micrometers or less in diameter. The map, revealed that in Abresan and behdasht stations, PM10 concentrations are higher than other stations. This pollution can be directly released from a source, such as construction sites, unpaved roads, farms, chimneys or fires or chemicals such as sulfur dioxide and nitrogen oxides are produced in the atmosphere as a result of complex reactions and are pollutants emitted by power plants, factories, industries and vehicles. Figure 11 demonstrated that in Rah Ahan and behdasht stations, CO concentrations are higher than other stations, which is probably due to high traffic loads.

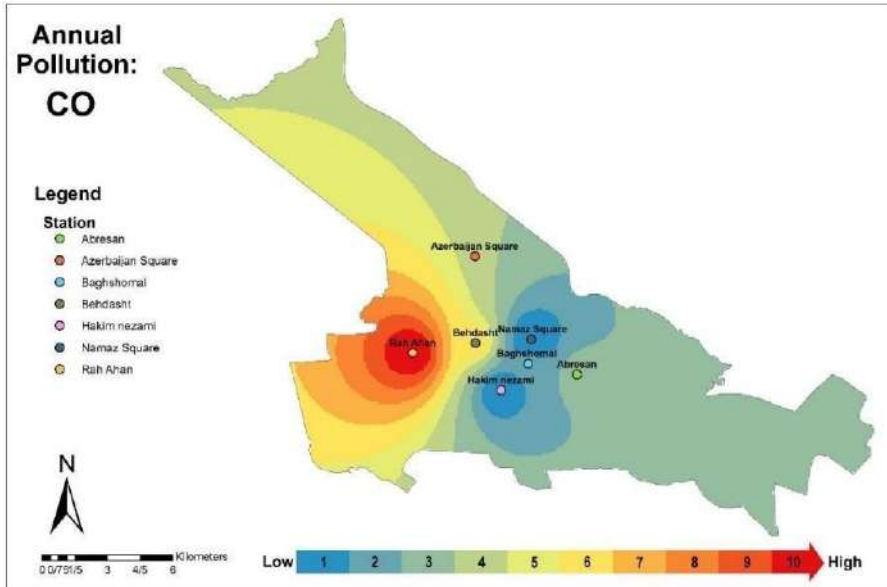
**Fig. 11** Tabriz cities annual PM10 pollution index



## CO

Carbon monoxide (CO) is generated through incomplete combustion which usually happens in any fuel-using device. The important effect of Carbon monoxide is on decreasing the blood flow to circulate oxygen through the body, deprives the heart, brain, and other vital oxygen organs. A high concentration of CO can be dangerous, but about low concentration, it only causes headaches and dizziness (Hosseini, Shahbazi 2016, 1030, ASHA,2012). The outputs (Fig12) indicated that CO concentrations at Rah Ahan station and behdasht station, are higher than other stations, which can be overshadowed by high traffic loads.

**Fig. 12** Tabriz cities annual CO pollution



## NOX

Internal Combustion engines produce Nitrogen oxides (NOX), including NO and NO<sub>2</sub>. The most noticeable and common NOX sources are diesel- and gasoline-powered vehicles. Both are irritating to the lung and respiratory systems, and are especially harmful to small children, NOX also produces secondary air pollutants and is one of the main sources of photochemical smog (smoke plus fog), the prominent brownish colored air pollution that occurs in many main Iranian cities, spatially Tabriz (Hosseini and Shahbazi 2016, 1030).

**Fig. 13** Tabriz cities annual NO<sub>x</sub> pollution

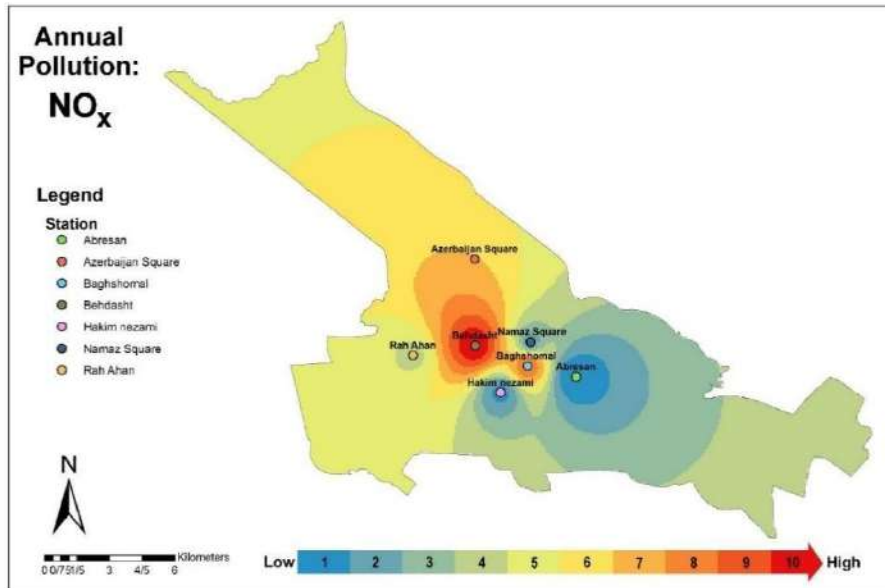
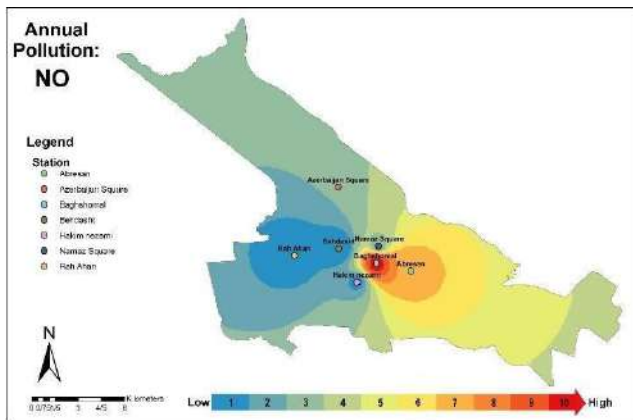
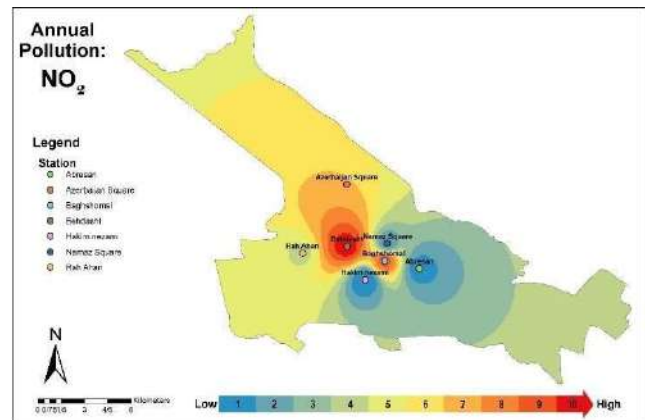


Figure 13 showed that in Behdasht and bagshomal stations, NO<sub>x</sub> concentrations are higher than other stations.

**Fig. 14:** Tabriz cities annual NO pollution



**Fig. 15:** Tabriz cities annual NO<sub>2</sub> pollution



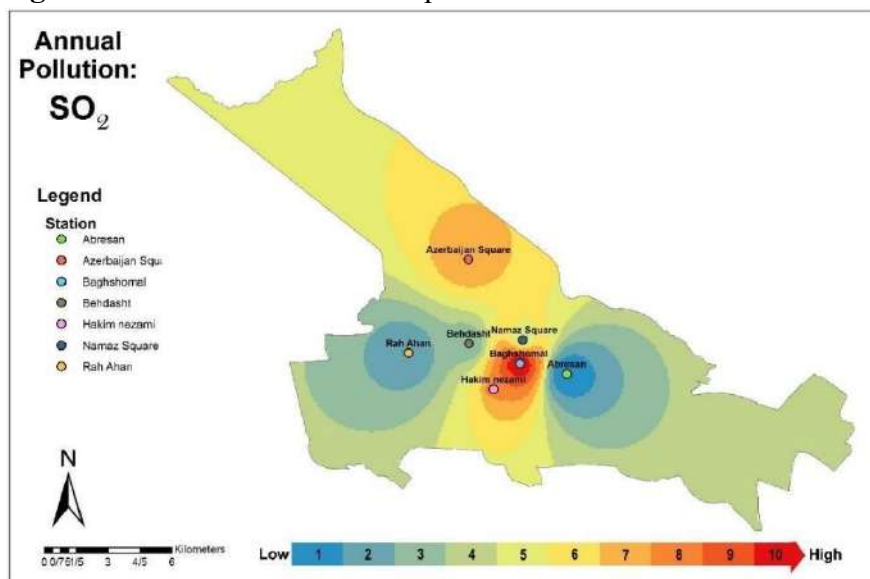
Annual NO pollutions map (Fig 14) represented that, NO concentrations are higher in Bagshomal and Abresan stations. Also, NO<sub>2</sub> map (Fig 15) demonstrated that in Behdasht and Bagshomal stations, NO<sub>2</sub> concentrations are higher than other stations.



### SO<sub>2</sub>

Sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) produced by combustion is the outcome of sulfuric substances in the fuel; SO<sub>2</sub> is mostly produced by diesel engines since standard gasoline normally contains lower levels of sulfur and Another source of SO<sub>2</sub> emission is petrochemical plants.

**Fig. 16** Tabriz cities annual SO<sub>2</sub> pollution

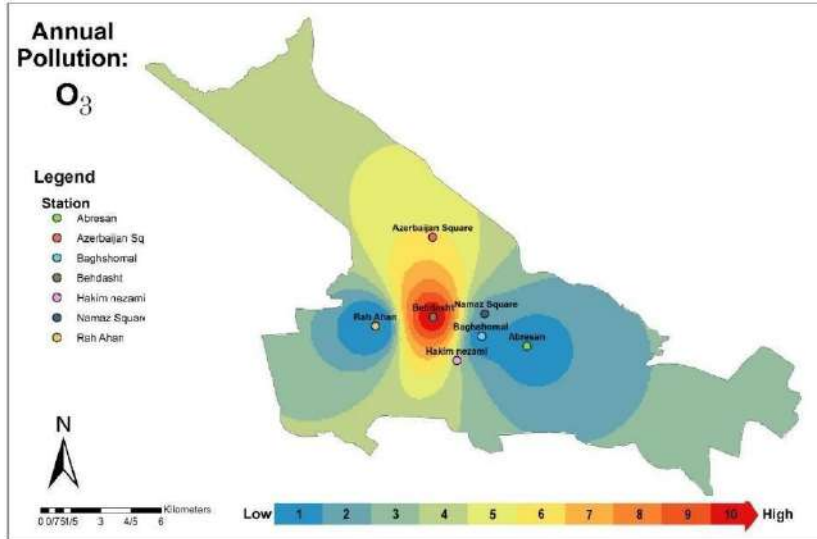


As the annual SO<sub>2</sub> pollutions map (Fig16) showed, in Baghshomal and Azerbaijan square stations, SO<sub>2</sub> concentrations are higher than other stations.

### O<sub>3</sub>

Ozone (O<sub>3</sub>) is a reactive oxidant, colorless gas that constitutes an important smog in the atmosphere. O<sub>3</sub> resources are natural and anthropogenic. Some of these sources are automobiles, power plants, and chemical plants. Ozone pollution is more common in warmer months (Worldbank1998, 227, U.S Environmental Protection Agency 2009). The forming of Ozone is slow and also its density is greater aside from the pollution source (Hosseini & Shahbazi 2016, 1031). Figure 17 showed that O<sub>3</sub> concentrations at Behdasht station, are higher than other stations. The map showed that in central part of Tabriz spatially Behdasht station, O<sub>3</sub> concentrations are higher.

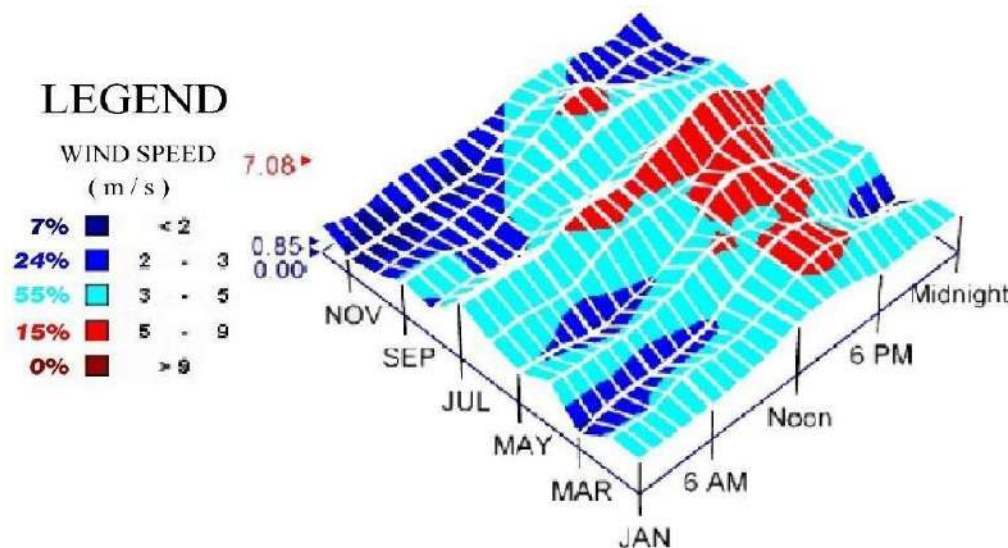
**Fig. 17** Tabriz cities annual O<sub>3</sub> pollution



### Wind Speed

As figure 18 shows, in the winter season spatially in September and November from 12 am to 12 pm wind speeds have the lowest speed, and in July, May and March from 12 pm to midnight are at their highest speed, with a general wind speed of 15 percent during the year in the spring season.

**Fig. 18:** Monthly wind speed of Tabriz city





### 5 Discussion and conclusions

Air pollution is an important issue in most of metropolitans and also directly affects environmental sustainability. Tabriz metropolitan is struggling with air pollution. This article uses GIS tools to analyze Tabriz air pollution with data on seven major pollutant gases. Results show that PM10 density, particularly in the city center is high at all stations except Azerbaijan square station, which can occur due to traffic congestion and industrial units. In western part of city CO, NO<sub>x</sub>, NO<sub>2</sub>, gas density is high. NO has higher level in eastern part of city and O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> are high density gases on center of Tabriz city. Many of the major factories and pollutants are currently located in the south- west of Tabriz. The Southwesterly wind blows high in spring, and it is relatively high in fall and winter. The situation at Tabriz gets even worse in winter because of the inversion phenomenon. One can see the moving polluting products entering into the center of the city. Tabriz has special topology features like Eynali mountains in north-eastern region, is one of the key causes for increase air pollution and reverse in winter temperature causing physical disease, destruction building and greenspace. Also, Tabriz has a valley and basin structure that may accumulate smoke and poison gases in the region.

The density of air pollution is on the highest level, over recent. As research pointed Tabriz air pollution sources were factories, industrial units, vehicles and the city center's land-use accessibility. This study suggests some solutions to mitigating air pollution at Tabriz. The population of Tabriz is increasing, and this may lead to increased demand for industrial growth. Factories and heavy manufacturing will move beyond city boundaries. According to Tehran metropolitan law, factories have been transferred to 200 kilometers away from Tehran, but it caused a lot of issues for Tehran neighboring cities. Therefore, future factories should built-in non-residential areas with sufficient accessibility, and new location features should be considered for the factory transfer site. Another air pollution source of is the output of factories. So these factories should pay tax for generating pollutant gases. But they could also use modern technologies to reduce emissions, build green space and plant trees that are suitable for the area. Important land-uses are concentrated in Central part of Tabriz city, so air pollution causes traffic congestion in this area. In order to solve this, issue a poly-centric structure is recommended.

This structure can distribute land-use with a suitable access. A successful solution to reducing traffic



congestion is also to use a mixed-land-use system. There is some traffic guideline to follow, including improving public transit, restricting the single-occupant movement of vehicles by paying fine for it, assessing the congestion zone. To obtain more accurate information on these pollution assessment stations, it is recommended that the number of pollution assessment stations in Tabriz city be increased and seasonal study of urban emissions is recommended for future studies.

### References

- Alalouch, C., Al-Hajri, S., Naser, A., & Al Hinai, A. (2019). The impact of space syntax spatial attributes on urban land use in Muscat: Implications for urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101417.
- Baghanam, A. H., Nourani, V., Sheikhabaei, A., & Seifi, A. J. (2020a). Statistical downscaling and projection of future temperature change for Tabriz city, Iran. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 491, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- Baghanam, A. H., Eslahi, M., Sheikhabaei, A., & Seifi, A. J. (2020b). Assessing the impact of climate change over the northwest of Iran: an overview of statistical downscaling methods. *Theoretical and Applied Climatology*, 141(3), 1135-1150.
- Benton, T. G., R. Bailey, A. Froggatt, R. King, B. Lee, and L. Wellesley. (2018). Designing sustainable landuse in a 1.5 C world: the complexities of projecting multiple ecosystem services from land. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 31, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.01.011>.
- Borrego, C., Martins, H., Tchepel, O., Salmim, L., Monteiro, A., & Miranda, A. I. (2006). How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective. *Environmental modelling & software*, 21(4), 461-467. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2004.07.009>; Cao, Kai. 1.17 Spatial Optimization for Sustainable Land Use Planning." *Comprehensive geographic information systems*, 244.
- Colvile, R. N., S. Kaur, R. Britter, A. Robins, M. C. Bell, D. Shallcross, S. E. Belcher, and DAPPLE Project Co-investigators. (2004). Sustainable development of urban transport systems and human exposure to air pollution. *Science of the Total Environment* 334, 481-487.
- Del Mar Martínez-Bravo, M., Martínez-del-Río, and Antolín-López, R. (2019). Trade-offs among urban sustainability, pollution and livability in European cities. *Journal of Cleaner Production* 224, 651-660. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.110>.
- Gimond, M. (2019). *Intro to GIS and spatial analysis*.



Haque, Md, and R. B. Singh. (2017). Air pollution and human health in Kolkata, India: A case study. *Climate* 5, no. 4, 77.

Hosseini, V., & Shahbazi, H. (2016). Urban air pollution in Iran. *Iranian Studies*, 49(6), 1029-1046. DOI: 10.1080/00210862.2016.1241587.

Islamic Parliament Research Center of the Islamic Republic of Iran, "Legislation about how to reduce air pollution". (1995). <https://rc.majlis.ir/fa/law/show/92532>.

Izakovičová, Z., Špulerová, J., & Petrovič, F. (2018). Integrated approach to sustainable land use management. *Environments*, 5(3), 37. <https://doi.org/10.3390/environments5030037>.

Li, Q., Yu, Y., Jiang, X., & Guan, Y. (2019). Multifactor-based environmental risk assessment for sustainable land-use planning in Shenzhen, China. *Science of the Total Environment*, 657, 1051-1063. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.118>.

Liu, F., Beirle, S., Zhang, Q., Dörner, S., He, K., & Wagner, T. (2016). NO<sub>x</sub> lifetimes and emissions of cities and power plants in polluted background estimated by satellite observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 16(8), 5283-5298.

Marquez, L. O., & Smith, N. C. (1999). A framework for linking urban form and air quality. *Environmental Modelling & Software*, 14(6), 541-548.

Marzukhi, M. A., Omar, D., & Leh, O. L. H. (2012). Re-appraising the framework of planning and land law as an instrument for sustainable land development in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 68, 767-774.

Meteoblue website. (2020). Climate Tabriz.

[https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/tabriz\\_iran\\_113646](https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/tabriz_iran_113646) Miller, Stephen R. Sustainable cities of tomorrow: A land use response to climate change.

Rethinking Sustainable Development to Meet the Climate Change Challenge (Jessica Owley & Keith Hirokawa eds.) Environmental Law Institute (2014) (2013).

Mohamed, A., & Worku, H. (2019). Quantification of the land use/land cover dynamics and the degree of urban growth goodness for sustainable urban land use planning in Addis Ababa and the surrounding Oromia special zone. *Journal of Urban Management*, 8(1), 145-158.

Numbeo website. 2020. Pollution in Tabriz, Iran. <https://www.numbeo.com/pollution/in/Tabriz> Prevention,



Pollution, and Abatement Handbook, “Ground-Level Ozone”. Airborne Particulate Matter. World Bank Group (1998).

Rauland, V., & Newman, P. (2015). Decarbonising cities: Mainstreaming low carbon urban development. Springer.

Safavy, S. N., M. Mousavi, R. Dehghanzadeh Reihani, and M. Shakeri (2016). Seasonal and spatial zoning of air quality index and ambient air pollutants by arc-GIS for Tabriz City and assessment of the current executive problem. *Journal of Health* 7, no. 2158-77.

Son, Y., Osornio-Vargas, Á. R., O'Neill, M. S., Hystad, P., Texcalac-Sangrador, J. L., Ohman-Strickland, P., ... & Schwander, S. (2018). Land use regression models to assess air pollution exposure in Mexico City using finer spatial and temporal input parameters. *Science of the Total Environment*, 639, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.144>.

Van Lier, Hubert N (2018). The role of land use planning in sustainable rural systems. *Landscape and Urban Planning* 41, no. 2 (1998): 83-91. United States Environmental Protection Agency, “Technical assistance document for the reporting of daily air quality-the air quality index (AQI)”. Tech. Air Quality Assessment Division Research Triangle Park, NC.

United States Environmental Protection Agency, Air Quality Index Air Quality and A Guide to Your Health. Air and Radiation (2003). <http://www.epa.gov> United States Environmental Protection Agency, Ozone and Your Health”. Air and Radiation, (2009).

Wong, N. H., Jusuf, S. K., & Tan, C. L. (2015). Integrated urban microclimate assessment method as a sustainable urban development and urban design tool. *Landscape and urban planning*, 100(4), 386-389. <https://doi:10.1016/j.landurbplan.2011.02.012>.

Yigitcanlar, T., & Kamruzzaman, M. (2015). Planning, development and management of sustainable cities: A commentary from the guest editors. *Sustainability*, 7(11), 14677-14688. <https://doi:10.3390/su71114677>.

Zhang, D., Pan, S. L., Yu, J., & Liu, W. (2019). Orchestrating big data analytics capability for sustainability: A study of air pollution management in China. *Information & Management*, 103231. <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103231>.

Zhou, M. (2015). An interval fuzzy chance-constrained programming model for sustainable urban land-use planning and land use policy analysis. *Land Use Policy* 42 479-491. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.09.002>.



### EFFECTO DE LOS SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN DEL PAPEL HIGIÉNICO DESINTEGRADO EN AGUAS RESIDUALES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE BIORREACTORES CON BIOMASA INMOVILIZADA

Petia Mijaylova Nacheva<sup>1</sup>; José Alejandro Muñoz Hernández<sup>2</sup>; Beatriz Peña Loera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; email: petiam@tlaloc.imta.mx

<sup>2</sup>Hitecma S.A. de C.V.

#### RESUMEN

En los centros turísticos el papel higiénico frecuentemente se arroja a los inodoros, lo cual provoca formación de grandes cantidades de sólidos suspendidos en las aguas residuales. En este estudio se realizó una evaluación experimental del efecto de los sólidos suspendidos provenientes de la desintegración del papel higiénico sobre el desempeño de reactores aerobios con biomasa inmovilizada y lecho sumergido, así como de la efectividad del proceso de coagulación-floculación-sedimentación (CFS) para la remoción de los sólidos antes del reactor biológico. Se usaron dos reactores, cada uno tenía un volumen total de 109 L con tres zonas: una interna donde se instala el empaque, otra periférica donde sedimentan las partículas y fondo cónico donde se acumula el lodo. Antes del primer reactor se instaló un sistema de CFS y el otro se alimentaba directamente con agua cruda. El empaque fue elaborado de cinta de polietileno, cortada en tiras insertadas sobre un eje vertical y tenía un área específica de  $1,098 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ . Se determinó que los SST en el agua residual, de  $2,000\text{-}15,000 \text{ mg L}^{-1}$ , provocan problemas de colmatación del lecho, deterioran paulatinamente el proceso de degradación, inhiben el proceso de nitrificación y provocan el colapso del proceso, por lo cual deben de ser removidos del agua y el proceso CFS puede ser usado exitosamente para este fin. Concentraciones de sólidos suspendidos de  $328 \pm 244 \text{ mg L}^{-1}$  no perjudican el desempeño de los biorreactores y aplicando una carga orgánica de  $1.8 \text{ gDQO} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  y tiempo de residencia hidráulica de 33 h, se pueden remover simultáneamente materia orgánica y nitrógeno total Kjeldahl, de  $95.6 \pm 3.8\%$  y  $78.3 \pm 8.3\%$  respectivamente.

**Palabras clave:** Aguas residuales, Biorreactores con lecho sumergido, Efecto del papel higiénico, Separación de sólidos.



### EFFECT OF SUSPENDED SOLIDS FROM DISINTEGRATED TOILET PAPER IN WASTEWATERS ON THE BEHAVIOR OF BIOREACTORS WITH IMMOBILIZED BIOMASS

#### ABSTRACT

Toilet paper is discharged together with the waste water in the tourist complexes. The disintegration of the paper causes formation of high quantity suspended solids which effect on the performance of aerobic submerged packed bed bioreactors with immobilized biomass was assessed in this study. Solids removal by coagulation-flocculation- sedimentation (CFS) was evaluated as a previous treatment. Two bioreactors had been used; each one had 109 L total volume, divided in three zones: central zone where the packing material was placed, periphery zone for settling and conic bottom for sludge accumulation. CFS system was installed before the first bioreactor and the other one was fed directly with raw water. The packing bed was made up of low-density polyethylene tape, cut in pieces, which are held perpendicularly to a stainless steel vertical shaft. The obtained results indicated that the TSS in the wastewater, of 2,000-15,000 mg L<sup>-1</sup>, caused clogging problems in the packed bed, deteriorated gradually the degradation process, inhibited the nitrification process and caused finally the process collapse. Therefore the solids must be removed from the water before the biological treatment and the CFS evaluation indicated that this process can be successfully used for this purpose. Suspended solids of 328±244 mg L<sup>-1</sup> did not impair the performance of the bioreactor; high organic matter and total Kjeldahl nitrogen removals were obtained, 95.6±3.8% and 78.3±8.3% respectively, applying organic load of 1.8 gDQO·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> and hydraulic residence time of 33 h.

**KeyWords:** Separation of solids, Submerged packed bed bioreactors, Toilet paper, Wastewater.

#### 1 Introducción

En los centros turísticos y comerciales el papel higiénico frecuentemente se arroja a los inodoros, lo cual provoca problemas en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales, debido a la gran cantidad de sólidos suspendidos que se forma en la desintegración física del papel higiénico, tanto en el





alcantarillado, como en los tanques de homogeneización y de sedimentación del agua. Son muy pocas las plantas que utilizan tamices finos que pudieran remover los sólidos suspendidos de las descomposición del papel higiénico los cuales son básicamente fibras y partículas celulósicas, por otro lado las plantas que los han implementado reportan problemas frecuentes de taponamiento.

Una alternativa del cribado es mejorar la separación de los estos sólidos mediante coagulación-floculación-sedimentación. Para el tratamiento biológico de las aguas residuales se utilizan sistemas con biomasa suspendida o inmovilizada. El proceso de lodos activados ha sido bien estudiado, se han desarrollado modelos matemáticos para su descripción y tiene una aplicación amplia en el tratamiento de aguas residuales (Henze *et al.*, 2000). Los procesos de tratamiento biológicos con biomasa inmovilizada han sido también extensamente utilizados (Schlegel y Koeser, 2007).

Actualmente hay un gran enfoque hacia el aumento de la sostenibilidad de los procesos biológicos, disminuyendo costos y consumo de energía, implementando recuperación de materiales valiosos (Sutton *et al.*, 2011; Hofman *et al.*, 2011; Verstraete *et al.*, 2009). En este contexto cabe mencionar que la degradación de fibras de celulosa en los procesos biológicos utilizados para el tratamiento de aguas residuales ha recibido poca atención. Están disponibles sólo unos pocos estudios relacionados con la conversión de la celulosa en las aguas residuales (Verachtert *et al.*, 1982; Edberg y Hofsten, 1975). La celulosa necesita hidrolizarse antes de ser metabolizada por las bacterias y su hidrólisis biológica depende del tiempo de retención de los sólidos en los biorreactores entre otros factores.

Se necesita estudiar tanto el efecto de la presencia de las fibras de celulosa en las aguas residuales sobre el desempeño de los sistemas de tratamiento biológico, como el efecto de su degradación sobre la demanda de oxígeno y la remoción de nutrientes. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los sólidos suspendidos provenientes de la desintegración del papel higiénico en las aguas residuales generadas en complejos turísticos sobre el desempeño de reactores aerobios con biomasa inmovilizada y lecho sumergido, así como determinar los mejores reactivos químicos y sus dosis para el tratamiento del agua residual mediante coagulación-floculación-sedimentación antes del reactor biológico.

## 2 Métodos

### 2.1 Caracterización del agua residual

Para la realización de este estudio se utilizaron aguas residuales de un complejo turístico grande en

México que abarca hoteles, restaurantes y centros comerciales. El complejo tiene una planta de tratamiento de aguas residuales. Las aguas residuales pasan por rejillas gruesas y finas y se reciben en un tanque de homogeneización con un tiempo de residencia hidráulica de 10 h, después el agua ingresa directamente a un sistema de lodos activados, subsecuentemente se desinfecta y descarga. El agua para este estudio se obtenía desde la salida del tanque de homogeneización y para su caracterización se analizaron 52 muestras, tomadas dos veces por semana durante más de seis meses. Se determinaron los siguientes parámetros: SST, SSV, DQO, N-NH<sub>4</sub>, NTK, PT, turbiedad, color y alcalinidad.

## 2.2 Sistema experimental

La evaluación del proceso de tratamiento de las aguas residuales objeto de este estudio se realizó en una instalación experimental que se presenta esquemáticamente en la Figura 1. Como se puede observar se plantearon dos opciones de tratamiento. Para la primera opción se estructuró un tren de tratamiento constituido por un sistema de coagulación-floculación-sedimentación (CFS), seguido por un biorreactor con biomasa inmovilizada (R1). En la segunda opción se consideró sólo un biorreactor con biomasa inmovilizada (R2) idéntico al primero, sin pretratamiento alguno. Los dos biorreactores fueron de tipo aerobios con lecho sumergido y sedimentador integrado, el esquema de uno de ellos se presenta en la Figura 2. Los reactores son cilíndricos y tienen tres zonas: una interna donde se instala el empaque, otra periférica donde sedimentan las partículas y fondo cónico donde se acumula el lodo. El volumen total del reactor es de 109 L y de la zona central empacada es de 40 L.

El empaque está elaborado de cinta de polietileno insertada sobre un eje vertical. La porosidad, el área específica y el volumen de los espacios vacíos del empaque son de 99.3%, 1,098 m<sup>2</sup> m<sup>-3</sup> y 1.16 mL g<sup>-1</sup> respectivamente. La cinta es de 3 cm de ancho, 0.85 mm de espesor, flexible y con una densidad de 0.97 t m<sup>-3</sup>. Las aguas (cruda y pre-tratada) se alimentan a los reactores de manera descendente por medio de bombas peristálticas, el agua pasa a través de la zona empacada y el aire es suministrado a contracorriente por medio de un compresor y difusores de piedra porosa.

## 2.3 Procedimiento experimental

La primera etapa del estudio consistió en la realización de pruebas en jarras en laboratorio, utilizando diferentes coagulantes y floculantes: Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>·18H<sub>2</sub>O, policloruro de Al (PAX-16), policloruro silicato de Al (PAX-XL260), policloruro silicato de Al (PAX-XL268), polihidroxipolicloruro de Al (PAX-XL19),

sulfato férrico (Ferrix-3), cloruro férrico (PIX-111), sulfato férrico (PIX-145), polímero aniónico de peso molecular muy alto (OPTIFLOC-A 1638), polímero catiónico de peso molecular mediano (OPTIFLOC-C 1008). Los coagulantes y floculantes se adicionaban de manera individual y combinada en diferentes dosis, para seleccionar los mejores productos químicos y sus dosis. Las condiciones de la mezcla rápida fueron: velocidad de rotación de las paletas de 300 rpm y duración del mezclado de 0.25 min. Para la mezcla lenta fueron: velocidad de rotación de las paletas de 40 rpm y duración del mezclado de 30 min. Terminado el mezclado se paraba la agitación y los flóculos formados sedimentaban durante 30 min.

Con base en los resultados obtenidos en las pruebas preliminares se seleccionaron reactivos químicos y dosis con los cuales se operó el sistema de coagulación-floculación-sedimentación antes del biorreactor R1 durante todo el período experimental. La biomasa inmovilizada en los dos reactores se desarrolló antes de empezar la evaluación con el agua residual del complejo turístico, alimentando los reactores con un agua residual doméstica (DQO de 400 mg/L, SST de 280 mg/L, N-NH<sub>4</sub> de 55 mg/L) durante 1.5 meses obteniendo una remoción de DQO y N-NH<sub>4</sub> de 95% y 99% respectivamente en ambos reactores. La evaluación del desempeño de los biorreactores con el agua residual problema del complejo turístico tuvo una duración de 90 d. Se aplicó una carga orgánica superficial de 1.4 gDQO·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> durante 60 días y de 1.8 gDQO·m<sup>-2</sup>·d<sup>-1</sup> durante los últimos 30 días, lo cual se logró mediante la variación de los caudales en los dos sistemas de tratamiento dependiendo de la DQO del afluente.

El seguimiento de los procesos de tratamiento en la instalación experimental se realizó con los siguientes parámetros: SST, SSV, DQO, alcalinidad, N-NH<sub>4</sub>, NTK, N-NO<sub>2</sub>, N-NO<sub>3</sub>. Los análisis se realizaron de acuerdo al Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). Los parámetros se determinaron en cuatro puntos de muestreo: agua del tanque de agua cruda (afluente para los dos trenes de tratamiento), efluente de coagulación-floculación-sedimentación (CFS), efluente de R1, efluente de R2. La frecuencia de muestreo fue de 2 veces por semana. En los dos reactores se midieron diariamente: OD, pH y temperatura.

### 3 Resultados y Discusión

#### 3.1 Características físico-químicas del agua residual

Los valores promedio de los parámetros físico-químicos determinados en el agua residual en estudio se presentan en la Tabla 1. Las concentraciones de los SST, SSV, DQO y NTK son extremadamente altas

y presentan una variación muy grande, a pesar de que el agua residual caracterizada es efluente del tanque de homogeneización. Fue alta la turbiedad y el color del agua el cual fue negro con opalescencia amarilla. El pH fue ligeramente ácido, lo cual se puede atribuir a la fermentación de la materia orgánica que puede tener lugar en el tanque de homogeneización debido al alto tiempo de residencia del agua en condiciones sépticas.

**Tab. 1** Técnicas analíticas utilizadas

Parámetros	Valor	Unidad
pH	6.15±0.84	-
SST	4,498±3,988	mg/L
SSV	3,568±3,895	mg/L
DQO	5,944±3,694	mg/L
N-NH <sub>4</sub>	119±65	mg/L
NTK	158±59	mg/L
PT	21±9	mg/L
Turbiedad	2,938±1,428	UTN
Color	17,980±8,654	UC
Alcalinidad	349±102	mg CaCO <sub>3</sub> /L

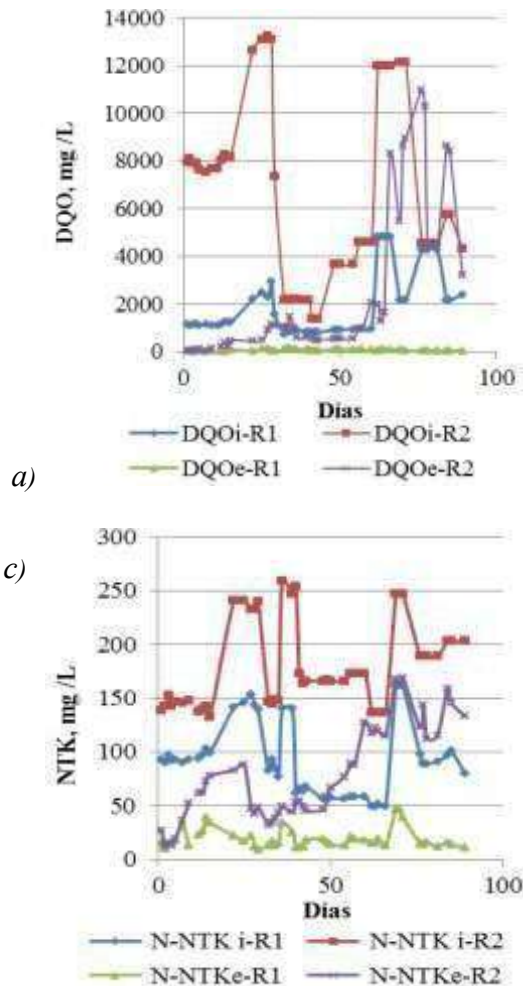
### 3.2 Pruebas preliminares de coagulación-floculación-sedimentación

Las pruebas en jarras indicaron que las combinaciones del sulfato de aluminio con el polímero aniónico OPTIFLOC A-1638 y del polialuminato PAX-XL19 con el OPTIFLOC A-1638 permitieron obtener las mayores remociones de SST (mayores de 99%). Las dosis dependían de la concentración de los SST en el agua y variaban entre 150 y 250 mg L<sup>-1</sup> para el coagulante y entre 3 y 5 mg L<sup>-1</sup> para el floculante. La combinación con PAX-XL19 permitió obtener remociones en un 0.5% mayores solo cuando los SST en el agua tenían concentraciones hasta 2,000 mg L<sup>-1</sup>. El desempeño de la combinación con sulfato de aluminio dio los mejores resultados a concentraciones de SST mayores de 2,000 mg SST L<sup>-1</sup>, por lo cual el sistema de coagulación-floculación-sedimentación antes del reactor R1 se operó con sulfato de aluminio y OPTIFLOC A-1638 durante todo el periodo experimental.

### 3.3 Desempeño de los biorreactores

En la Figura 3 se presentan los resultados del seguimiento del proceso de tratamiento en los dos biorreactores. En la Figura 3a se observan los valores de la DQO en el afluente al R1 (DQOi-R1) que es efluente del proceso CFS, en el afluente al R2 (DQOi-R2) que es el agua cruda, en el efluente de R1 (DQOe-R1) y de R2 (DQOe-R2). Se observa la alta variación de la DQO en el agua cruda desde 1,359 hasta 13,113 mg L<sup>-1</sup> durante el período de evaluación, con un promedio de 6,671±3,816 mg L<sup>-1</sup>. Los valores de DQO en el agua tratada mediante la coagulación-floculación- sedimentación variaron desde 738 hasta 4,798 mg/L, con un promedio de 1,858±1,335 mg L<sup>-1</sup>. La remoción promedio de DQO obtenida en el tratamiento CFS fue de 66.8±22.8%. En el reactor R1 se calculó una remoción promedio de DQO de 95.6±3.8%, obteniéndose en el efluente valores de DQO entre 1 hasta 131 mg/L, con un promedio de 53±33 mg/L. El aumento de la carga orgánica, practicado en el día 62 desde el inicio de la evaluación, no afectó la eficiencia del proceso en R1, la remoción se conservó alta (de 97-99%) durante los siguientes 30 días del experimento. La DQO en el efluente del reactor R2 (sin pretratamiento) aumentó paulatinamente en el transcurso de la evaluación hasta que el sistema colapsó después del día 71 y no se recuperó hasta el final del experimento de 90 días de duración. La remoción promedio de DQO en la opción de tratamiento 1 (CFS+R1) fue de 98.6±1.4%, mientras que en la opción 2 (solo R2) fue de solo 58.7±54.9%. Para mantener constante la carga orgánica en los reactores se variaba el caudal y de allí el tiempo de residencia hidráulica (TRH). Durante todo el período experimental los TRH en el reactor R1 variaron entre 14 y 64 h, con un promedio de 33±17 h. El TRH en R2 fue en promedio de 85±66 h, es decir 2.6 veces mayor que en R1 y a pesar de esto el proceso de tratamiento fracasó.

**Fig. 3** Seguimiento del proceso en los dos biorreactores mediante los parámetros DQO, SST y NTK.



La Figura 3b presenta la variación de los SST en los afluentes y efluentes de los reactores R1 y R2. Se observa la alta variación de las concentraciones de los SST en el agua cruda, desde 2,120 hasta 15,060 mg L<sup>-1</sup> durante el período de evaluación, con un promedio de 5,495 mg L<sup>-1</sup>. Los SST en el agua tratada mediante CFS fueron de 328±244 mg L<sup>-1</sup>, es decir la CFS presenta una remoción promedio de SST de 92.8±4.0 % y disminuye sustancialmente la carga de sólidos sobre el reactor biológico. La relación SSV/SST en el agua residual cruda fue en promedio de 0.89, es decir el 89% de los SST en el agua residual cruda es de origen orgánico. En el agua después de CFS la relación SSV/SST fue de 0.83. Los SST en el efluente del R1 fueron de 25±14 mg L<sup>-1</sup>, sin embargo en el efluente del R2 los SST variaron desde 24 mg L<sup>-1</sup> al inicio del experimento, hasta 9,940 mg L<sup>-1</sup> cuando el lecho se saturó de sólidos. La remoción promedio de SST en R1 se calculó de 89.1±9.2%, en cambio, la remoción en R2 fue alta solo

durante los primeros 20 días de operación, después de lo cual la remoción disminuyó paulatinamente hasta que el medio se saturó de sólidos y empezó a soltar periódicamente grandes cantidades de sólidos que no se podían retener en la zona de sedimentación en el reactor y se arrastraban con el efluente. Esta acumulación de sólidos en el lecho provocó el colapso del proceso de tratamiento en R2 después de 71 días de operación.

La Figura 3c presenta la variación de las concentraciones del NTK en los afluentes y efluentes de los reactores R1 y R2. Se observa que el NTK en el agua residual cruda varió desde 132 hasta 259 mg L<sup>-1</sup>, con un promedio de 180±41 mg L<sup>-1</sup>. Estas concentraciones son mucho más altas que las típicas en aguas residuales domésticas (20-70 mg L<sup>-1</sup>). Las concentraciones del NTK en el agua tratada mediante CFS fueron de 93±34 mg/L, la remoción obtenida de 48.4±13.7% se puede atribuir básicamente a la remoción del Norg por adsorción a los flóculos formados en el tratamiento que se remueven por sedimentación, pero también a desorción del amoníaco. Las concentraciones del NTK en el efluente del R1 fueron en promedio de 19±9 mg L<sup>-1</sup>, calculándose una remoción promedio de 78.3±8.3%. Las concentraciones del NTK en el efluente del R2 variaron desde 12 hasta 169 mg L<sup>-1</sup>, con un promedio de 78±45 mg L<sup>-1</sup>. En este reactor se observó un incremento de las concentraciones de NTK en el efluente a partir del día 32 y hasta el final del experimento.

Esto significa que la acumulación de sólidos en el lecho y su desprendimiento y expulsión del lecho de manera frecuente afectó la remoción del NTK. En el reactor R1 hubo formación de nitritos y nitratos desde el inicio de la evaluación. El promedio de los nitritos en el efluente fue de 1.1±1.1 mg L<sup>-1</sup> y de los nitratos de 1.9±2.4 mg L<sup>-1</sup>. El contenido de nitritos y nitratos en el efluente del R2 fue menor, con promedios de nitritos de 0.2±0.3 mg L<sup>-1</sup> y de nitratos de 0.3±0.5 mg L<sup>-1</sup>, lo cual indica que en el R2 no se pudo desarrollar el proceso de nitrificación del N-NH<sub>4</sub>.

#### 4 Conclusiones

La desintegración física del papel higiénico en las aguas residuales provenientes de complejos turísticos, donde el papel se arroja a los inodoros, provoca la formación de una gran cantidad de sólidos suspendidos, en el intervalo de 2,000-15,000 mg SST L<sup>-1</sup>. Estos sólidos deben de ser removidos antes del tratamiento biológico mediante reactores aerobios con biomasa inmovilizada y lecho sumergido ya que provocan problemas de colmatación del lecho, deterioran paulatinamente el proceso de degradación, inhiben el proceso de nitrificación y provocan el colapso del proceso en unos 2-3 meses de operación.



Concentraciones de sólidos suspendidos de  $328 \pm 244 \text{ mg L}^{-1}$  no perjudican el desempeño de reactores aerobios con biomasa inmovilizada y lecho sumergido que operados con una carga orgánica de  $1.8 \text{ gDQO} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  y tiempo de residencia hidráulica de 33 h, pueden remover simultáneamente materia orgánica y nitrógeno total Kjeldahl, de  $95.6 \pm 3.8\%$  y  $78.3 \pm 8.3\%$  respectivamente. Para la remoción de los sólidos suspendidos se puede utilizar el proceso de coagulación-floculación-sedimentación adicionando sulfato de aluminio y polímero aniónico en dosis de  $150\text{-}250 \text{ mg L}^{-1}$  y  $3\text{-}5 \text{ mg L}^{-1}$  respectivamente.

### Referencias

- APHA, AWWA y WEF (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed., American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington, D.C., USA, 1325 pp.
- Edberg, N., Hofsten, B. (1975). Cellulose degradation in wastewater treatment. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, 47 (5), 1011-1020.
- Henze, M., Gujer, W., Mino, T., van Loosdrecht, M.C.M. (2000). *Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d, and ASM3*, IWA scientific and technical report no. 9. IWA Publishing, London, UK, 287 pp.
- Hofman, J., Hofman-Caris, R., Nederlof, M., Frijns, J., Van Loosdrecht, M. (2011). Water and energy as inseparable twins for sustainable solutions. *Water Science and Technology*, 63(1), 88-92.
- Sutton, P.M., Melcer, H., Schraa, O.J., Togna, A.P. (2011). Treating municipal wastewater with the goal of resource recovery. *Water Science and Technology*, 63 (1), 25-31.
- Schlegel, S., Koeser, H. (2007). Wastewater treatment with submerged fixed bed biofilm reactor systems – design rules, operating experiences and ongoing developments. *Water Science and Technology*, 55 (8-9), 83-89.
- Verachttert, H., Ramasamy, K., Meyers, M., Bever, J. (1982). Investigations on cellulose degradation in activated sludge plants. *Journal of Applied Bacteriology*, 52, 185-190.
- Verstraete, W., Van de Caveye, P., Diamantis, V., (2009). Maximum use of resources present in domestic “used water”. *Bioresource Technology*, 100 (23), 5537-5545.





## TÉCNICAS INDÍGENAS DE PREVENCIÓN DE LA MORBILIDAD INFANTIL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE IBADAN, NIGERIA

J. A. Eroh University of Ibadan, Nigeria.  
Azeez, I. O. University of Ibadan, Ibadan, Nigeria

### ABSTRACT

The high cost of allopathic medical health care and the expensive pharmaceutical products have underlined the importance of African Traditional Medicine (ATM), the use of which is limited by its oral dissemination tradition. Its documentation as obtainable in other climes will be a great stride at sustainably curbing illnesses in the continent. This depends on collation of original data from the traditional custodians of such knowledge. In Nigeria, communicable diseases, immunisable childhood infections and malnutrition have been submitted as the main sources of child mortality. This paper, therefore, reports the traditional means of curbing infant morbidity by traditional infant healers in Ibadan metropolis, Nigeria. The study was conducted in Bode market, Ibadan; the herbal market headquarters in Nigeria using primary and secondary information sources. Snowball technique was used in the selection of the twenty (20) infant healers (*Elewe omo/Aremo*) for sampling. The test instrument was a set of open-ended questionnaires divided into three parts. Section A captured information on Respondents' bio-data, section B focused on other background information while section C probed into plants and parts used in the treatment of infant morbidity as well as dosage and usage of traditional infant healing recipes. Data garnered were analysed using descriptive statistics (frequency, range, mean, percentage and histogram). Eighty-nine local plants, identified with their botanical names and families were documented alongside their medicinal use(s) in the treatment of infant morbidity. Information on some recipes, dosages and application period was also documented with their preparation as well as parts of plant used. Although, there will still be the need for researchers to explore other vital information for scientific validation of the infant healers' claims, the study lays a sustainable foundation towards documentation of indigenous techniques for infant morbidity prevention in the study area.

**Keywords:** Infant morbidity, Phytomedicine, illness (*aisan*), Traditional medicine, Sustainable health



### ***TÉCNICAS INDÍGENAS DE PREVENÇÃO DA MORBIDADE INFANTIL EM IBADAN METROPOLITANO, NIGÉRIA***

#### **RESUMO**

O alto custo dos cuidados de saúde médicos alopáticos e os caros produtos farmacêuticos sublinharam a importância da Medicina Tradicional Africana (ATM), cujo uso é limitado pela sua tradição de disseminação oral. Sua documentação obtida em outros climas será um grande passo na contenção sustentável de doenças no continente. Isso depende da coleta de dados originais dos guardiões tradicionais de tal conhecimento. Na Nigéria, doenças transmissíveis, infecções infantis imunizáveis e desnutrição foram apresentadas como as principais fontes de mortalidade infantil. Este artigo, portanto, relata os meios tradicionais de reduzir a morbidade infantil por curandeiros infantis tradicionais na metrópole de Ibadan, Nigéria. O estudo foi realizado no mercado Bode, Ibadan; a sede do mercado de ervas na Nigéria usando fontes de informação primárias e secundárias. A técnica de bola de neve foi usada na seleção dos vinte (20) curandeiros infantis (Elewe omo/Aremo) para amostragem. O instrumento de teste foi um conjunto de questionários abertos divididos em três partes. A seção A captou informações sobre os dados biográficos dos entrevistados, a seção B concentrou-se em outras informações básicas, enquanto a seção C investigou plantas e partes usadas no tratamento de morbidade infantil, bem como dosagem e uso de receitas tradicionais de cura infantil. Os dados coletados foram analisados por meio de estatística descritiva (frequência, amplitude, média, porcentagem e histograma). Oitenta e nove plantas locais, identificadas com seus nomes botânicos e famílias, foram documentadas juntamente com seu(s) uso(s) medicinal(is) no tratamento da morbidade infantil. Informações sobre algumas receitas, dosagens e período de aplicação também foram documentadas com sua preparação, bem como partes da planta utilizadas. Embora ainda haja a necessidade de os pesquisadores explorarem outras informações vitais para a validação científica das alegações dos curandeiros infantis, o estudo estabelece uma base sustentável para a documentação de técnicas indígenas para prevenção de morbidade infantil na área de estudo.

**Palavras-chave:** Morbidade infantil, Fitomedicina, doença (aisan), Medicina tradicional, Saúde sustentável.



### ***TÉCNICAS INDÍGENAS DE PREVENCIÓN DE LA MORBILIDAD INFANTIL EN EL ÁREA METROPOLITANA DE IBADAN, NIGERIA***

#### **RESUMEN**

El alto costo de la atención médica alopática y los costosos productos farmacéuticos han subrayado la importancia de la Medicina Tradicional Africana (ATM), cuyo uso está limitado por su tradición de difusión oral. Su documentación como disponible en otros climas será un gran paso para frenar de manera sostenible las enfermedades en el continente. Esto depende de la recopilación de datos originales de los custodios tradicionales de dicho conocimiento. En Nigeria, las enfermedades transmisibles, las infecciones infantiles vacunables y la desnutrición se han presentado como las principales fuentes de mortalidad infantil. Este documento, por lo tanto, informa sobre los medios tradicionales para frenar la morbilidad infantil por parte de los curanderos infantiles tradicionales en la metrópolis de Ibadan, Nigeria. El estudio se realizó en el mercado de Bode, Ibadan; la sede del mercado de hierbas en Nigeria utilizando fuentes de información primarias y secundarias. Se utilizó la técnica de bola de nieve en la selección de los veinte (20) curanderos infantiles (Elewe omo/Aremo) para el muestreo. El instrumento de prueba fue un conjunto de cuestionarios abiertos divididos en tres partes. La sección A capturó información sobre los datos biográficos de los encuestados, la sección B se centró en otra información de antecedentes, mientras que la sección C investigó las plantas y las partes utilizadas en el tratamiento de la morbilidad infantil, así como la dosis y el uso de las recetas tradicionales de curación infantil. Los datos recogidos se analizaron mediante estadística descriptiva (frecuencia, rango, media, porcentaje e histograma). Ochenta y nueve plantas locales, identificadas con sus nombres botánicos y familias, fueron documentadas junto con su(s) uso(s) medicinal(es) en el tratamiento de la morbilidad infantil. También se documentó información sobre algunas recetas, dosis y período de aplicación con su preparación, así como las partes de la planta utilizadas. Aunque todavía será necesario que los investigadores exploren otra información vital para la validación científica de las afirmaciones de los curanderos infantiles, el estudio sienta una base sostenible para la documentación de las técnicas indígenas para la prevención de la morbilidad infantil en el área de estudio.

**Palabras clave:** Morbilidad infantil, Fitomedicina, enfermedad (aisan), Medicina tradicional, Salud sustentable.



### Introduction

Globally, about ten (10) million children below five years pass away annually, although huge differences are recorded across regions and countries (Espo, 2002). However, UNICEF (2010) reported a decline in the number of mortalities among children less than age five from 12.4 million in 1990 to 8.1 million in 2009. In Nigeria, communicable diseases such as malaria, diarrhoea, measles, respiratory infections, and other immunisable childhood infections were submitted by Mesike and Mojekwu (2012) as well as Fatoba *et al.* (2018) as the main sources of child mortality. Also, UNICEF (2006) observed malnutrition as partly responsible for over 50% of mortality during the infant's (0-5) years from rough estimation. Fatoba *et al.* (2018) reposed micronutrient deficiency as a direct source of infant morbidity and mortality aside from substandard feeding practices and deficit in food intake. Micronutrients such as iron, iodine, vitamin A, are mandatory for the healthy development of children. Their absence in the diet causes serious diseases. For example, lack of sufficient iodine according to UNICEF (2002) can lead to hypothyroidism, goiter and mental as well as physical impairments.

Illnesses in the Nigerian Yoruba language is called “*ailera, okunrun, aisan, ojojo or amodi*” literarily meaning “not well” or “indispose”, a description of the specific symptoms noted in the negative statements about health (Jegade, 2002; Fatoba *et al.*, 2018). As observed by Osunwole (2018), illnesses are categorised according to their response to medication and nature. *Okunrun* is a health condition where the sick person is initially indisposed for a short or long period of time and at a point becomes disposable or healthy again. *Amodi* is a Yoruba name called chronic disease and it is a prolonged illness, which lacks an instant cure. In some cases where the body and mind of the ill infant are not harmonised, it is believed that such illness may be unexplainable. This category of illnesses manifests in minor discomfort as the affected person may painfully perform their daily events. The traditional healers believe that health is wealth (in Yoruba language, *ilera loro*). Osunwole (2018) stated that traditional African healers perceive morbidity as any form of spiritual, physical or socio-psychological issues, which prevents persons from carrying out their moral, economic or social activities within the stipulated procedure.

In spite of the introduction of Western medicine and health care systems in Africa, many African communities still rely on traditional health care (WHO, 2001). The WHO (2000) defines traditional medicine or health care as the total combination of knowledge and practice, whether explicable or not,



used in diagnosing, preventing or eliminating physical, mental and social diseases. This practice exclusively relies on past experience and observation handed down from generation to generation verbally or in written form. Kofi-Tsekpo (2004) noted that the phrase ‘traditional medicine’ has become a catchword among the peoples in all countries in Africa. This is partly because the use of herbal remedies has gained popularity worldwide and the exploitation of these remedies has become a multimillion industry. Thus, the term ‘African traditional medicine’ cannot be a synonym to ‘alternative and complementary medicine’; it is the African indigenous system of health care and therefore, cannot be an alternative (Kofi-Tsekpo, 2004).

In Africa, there is an important reason why African traditional medicine has become increasingly popular. The high cost of allopathic medical health care and the expensive pharmaceutical products have become unavailable to a majority of people. Indigenous approaches to preventing childhood diseases had been in existence before the advent of orthodox medicine. Nursing mothers in urban areas also employ these methods to prevent babies from illnesses, in spite of the availability of modern community medicine. It was observed by Jegede (2002) that some conditions, which could have been identified as diseases in medical terms are not regarded as such because they are considered normal under certain circumstances because they are required in the child’s developmental processes. From this angle, Helms and Cook (1999) refer to indigenous healing as the helpful beliefs and practices that originate within a culture or society and are designed to treat the inhabitants of a given community (Fatoba *et al.*, 2018). Good health behaviour can reduce health risks, prevent morbidities and promote sustainable life and well-being. The different determinants of infant morbidity include age, sex, and gestational age, parity of mother, birth spacing, birth weight, and mode of delivery, maternal education, socioeconomic conditions, and vaccination. Breastfeeding is a sacrosanct determinant, which reduces the rate of infection-related morbidities (Habib, *et al.*, 2009).

It was not known where or when plants first began to be used in the treatment of disease, but the connection between plants and health has existed for thousands of years (Faleyimu and Oluwalana, 2008). Herbal, botanical medicine, or Phytotherapy, was defined as “the utilisation of flora materials to prevent and treat ill health and promote wellness” (Ameh *et al.*, 2010). The utilisation of herbs as medicine is the ancient form of healthcare known to humanity and has been utilised in all cultures throughout history (Barnes *et al.*, 2007). Thus, for a broad preventive measures in infant morbidity and activities that must be sustainable the importance of plant cannot be overemphasized. Sustainable development as defined by



Brundtland (1987) is “development that meets the needs of the present without compromising the ability to meet future generation’s needs”. Likewise, sustainable health could be defined as “health status that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own health-wise needs”.

The emphasis on the use of medicinal plants had hitherto been placed on the treatment rather than the prevention of diseases. However, there exists in the literature considerable report in recent times on research work on the use of medicinal plants and their constituents in disease prevention. A World Health Organisation (WHO) Expert Group defined Traditional Medicine as the sum total of all knowledge and practices, whether explicable or not, used in diagnosis, prevention and elimination of physical, mental, or social imbalance and relying exclusively on practical experience and observation handed down from generation to generation, whether verbally or in written form (WHO, 1976). For Africa, this may be extended further by including an expression, such as ‘while bearing in mind the original concept of nature, which includes the material world, the sociological environment whether living or dead and the metaphysical forces of the universe’ (Sofowora *et. al.*, 2013).

However, Traditional African Medicine (TAM) is very broad. In Nigeria alone Ezekwesili-Ofilu and Okaka (2016) observed that researchers cannot just consult standard document on TAM useful for clinical practice on a cross-cultural basis. They stressed the imperative of documenting Nigerian cultures generally not limiting to her medicines alone. This was reposed by Bello (1991) who linked the crucial complication facing the unity of Nigeria culture to the disregard for documentation, which holds the key to comprehensive and sustainable cultural development. As submitted by Tan *et al.* (2010), achievement of a comprehensive compilation of medicinal plants that are utilised for infant morbidity prevention depends on collation of original data from the traditional custodians of such knowledge. This is extremely sacrosanct in the instances of ATM reliance on oral tradition of information dissemination from generation to generation about useful flora.

In the Chinese Traditional Medicine (CTM) and the Indian systems of medicine (Ayurveda, Siddha, Unani and Yoga, Naturopathy and Homoeopathy) comparatively (Prasad, 2002), their information is available in books (and online). However, WHO-AFRO is trying their possible best to build up the various inaccessible databases on medicinal plants through the provision of guidelines for documentation of herbal recipes (WHO/AFRO, 2010). Specific ethno-botanic surveys at village level using some of the methods described by Sofowora (2008) can be utilised in the documentation of those herbal recipes. For



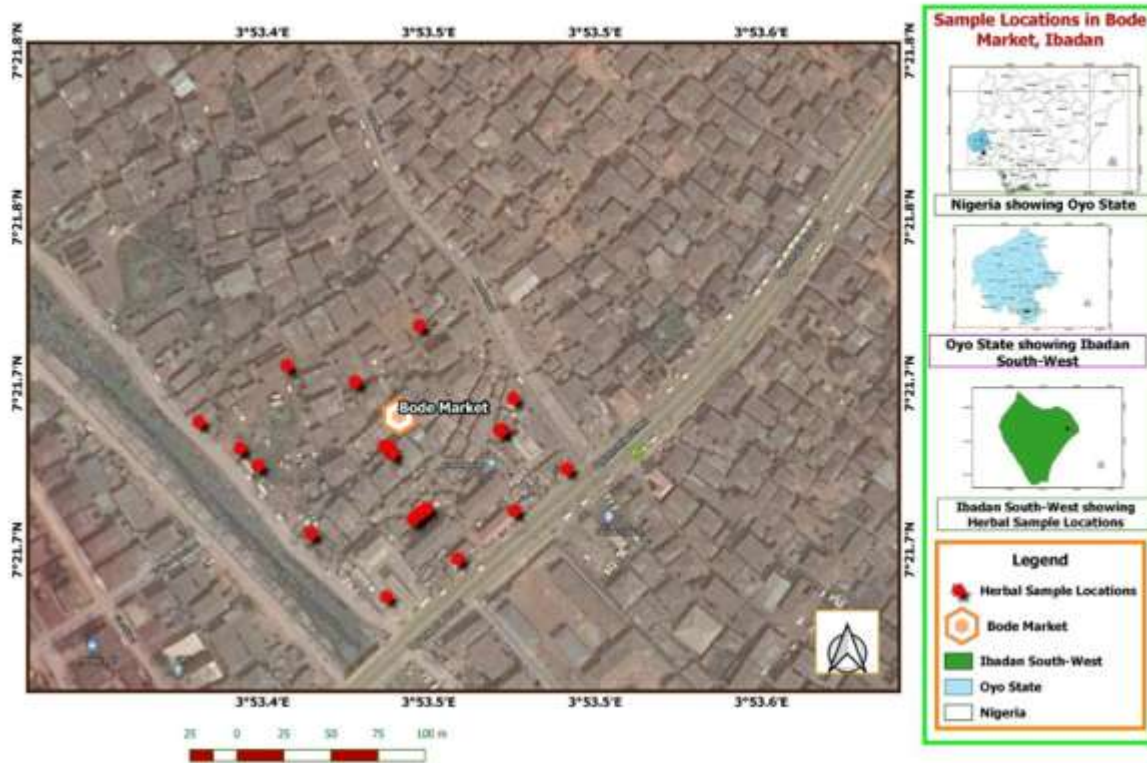
instance, a survey by Biswas *et al.* (2011) on medicinal plants used for preventive medicinal purposes in Muktipara village, Chuadanga District of Bangladesh were able to yield authentic plants including *Azadirachta indica* and *Moringa oleifera*, which are quite common in Africa (Sofowora *et al.*, 2013). Against this backdrop, this paper reports the use of indigenous methods of reducing infant morbidity in Ibadan metropolis, an ancient town in southwestern Nigeria, which is central to the historical and political development of the country.

## Methodology

### Study Area

**Ibàdàn**, the capital of Oyo State, Nigeria with a population of 3,464,000 people (NBS, 2006 - based on 2.39% increment from 2018 figure) is the third most populous city in Nigeria after Lagos and Kano. It is Nigeria's largest city by geographical area. At the time of Nigeria's independence in 1960, Ibadan was the largest and most populous city in the country, and the second-most populous in Africa behind Cairo (United Nations - World Population Prospects, 2019). The submission of Ibadan as the herbal market headquarters, with practicing women herb sellers (*Elewe omo/Aremo*) in southwestern Nigeria by Aworinde and Erinoso (2015) informed her selection for the study. Ibadan lies within latitude 7° 19' 08" and 7° 29' 25" of the equator and longitude 3° 47' 50" and 4° 0' 22" at a distance of about 154km North-East of Lagos. The temperature range is between 27°C and 32°C with a relative humidity of about 75% to 90%. Ibadan metropolis consists of five Local Government Areas (LGAs), namely Ibadan North, South-East, North-West, North-East and South-West respectively (Famuyide *et al.*, 2018). Ibadan had been the centre of administration of the old Western Region. The principal inhabitants of the city are the Yoruba people, with its strategic location on the railway line connecting Lagos to Kano. The city is a major center for trade in scent leaf, pepper, tomato, onion, leafy vegetables, and spices. The main industries in the area include those processing agricultural products (Usman *et al.*, 2011). The herbal market headquarters in Ibadan (Fig. 1) is known as Bode market, and it lies within latitude 7.36 and longitude 3.89 in Ibadan South-West LGA. Below is the map and satellite view of the herbal sample point, that is, the survey area Mapped.

**Fig. 1: Satellite view of the Herbal Sample Points in Bode Market, Ibadan, Oyo State, Nigeria**



### Method of Data Collection

Primary data for the survey was obtained through the use of structured questionnaires, which avails the researcher significant information about the indigenous techniques for preventing infant morbidity in Ibadan. Secondary information was also used in this study to incorporate elements of science and deductions from journals, books, reports, and literature reviewed from previous research in ethnomedicine, phytomedicine, alternative medicine, Traditional African Medicine, *etc.*

### Population of the study

The population of the study was Infant Healers (*Elewe omo/Aremo*) in Ibadan, Oyo State. The selection of respondents cut across age, religion, gender, occupation, household size, and other sources of livelihood and literacy level.

### Instruments for Data collection





Relevant data were collected with the use of structured questionnaires, which was designed using close-ended and open-ended style of questioning. The questionnaire was used to collect information on the indigenous techniques used in preventing Infant morbidity in Ibadan, Nigeria. The questionnaire was divided into three sections (A to C) which captured the four general objectives of the study. Section A captured information on Respondents' bio-data. Section B focused on other background information while section C enhances plants and parts of medicinal use in the treatment of infant morbidity as well as dosage of preparation and usage.

### *Method of Data Analysis*

Data garnered were analysed using descriptive statistics (frequency, range, mode, percentage and histogram).

### *Sampling Scheme*

Snowball sampling technique (Naderifar, *et al.*, 2017) was used in the selection of the twenty (20) infant healers (*Elewe omo/Aremo*). Respondents were randomly picked based on referral by one of the infant healers and they were interviewed with different questionnaires.

## **Results and discussion**

### *Socio-demographic characteristics of respondents*

Table 1 shows the demographic characteristics of the respondents. More females (95.0%) were captured in the study. The majority of the respondents (50.0%) fall within age groups of 30 to 50 years and were married (75.0%). Similarly, modal Household size (35.0%) was seven while that of education status (40.0%) was primary education. Also worthy of note is that majority of the respondent (85.0%) were herb sellers (*Aremo/elewe-omo*), 10.0% were apprentice herb seller, while 5.0% was engaged in lecturing and research on herbs. The finding of this study on respondents' education did not sharply differ from the educational status of respondents from a research survey on medicinal plants used in the treatment and prevention of malaria in Cegere sub-county, Northern Uganda, where interviews were conducted with traditional healers mobilized by the leader of their Association in their local language (*Langi*) with the assistance of a local interpreter and a field assistant (Anywar *et al.*, 2016). This study also identified scholars engaged in traditional healing. This is expected to positively impact the negative attitude towards traditional medicines by educated Africans, brought up through this culture as reported



by Adefolaju (2011) as well as Borokini and Lawal (2014).

**Tab. 1 Frequency Distribution of Respondents' Demographic characteristics**

Variable	Frequency	%age	Mode
<b>Sex</b>			
Male	1	5.0	
Female	19	95.0	Female
<b>Age (years)</b>			
<20	2	10.0	
20 – 30	3	15.0	
30 – 40	10	50.0	30 – 40 Years
>40 – 50	2	10.0	
>50	3	15.0	
<b>Marital status</b>			
Single	5	25.0	
Married	15	75.0	Married
<b>Religion</b>			
Christianity			
Islam	1	5.0	
	19	95.0	
<b>Household size</b>			
Four	3	15.0	
Five	3	15.0	
Six	7	35.0	Six
Seven	3	15.0	
Eight	4	20.0	
<b>Occupation</b>			
Elewe-omo (apprentice)	2	10.0	lewe omo (Arema)
Elewe-omo (Arema) Lecturing and Research	17	85.0	
	1	5.0	
<b>Academic qualification</b>			
No formal education	4	20.0	
Primary	8	40.0	Primary
Secondary	6	30.0	
HND	1	5.0	
PhD	1	5.0	

### *Background information about Infant Ailments Treatment in Ibadan*

On some background check about treatment protocol, the study (Table 2) revealed that majority of the respondents (35.0%) attended to infants of between 8 days and 5 years per month. Also, majority (55.0%) cannot affirm the number of their male or female patients in the last one year. However, only 15.0% of the respondents have attended to physically challenged infants and all the respondents allow nursing mothers to breastfeed infants under their care. In this study, the traditional infant healers in the study area were observed to have limited ability for proper documentation of their activities as they could

only memorise recipe. This will explain why they neither have any record of the numbers of infants treated, even in the recent one year nor document the herbal recipes for treatment. They could however recollect treating a lot of infants and receiving commendation for other patients from nursing mothers who have experienced their service. Being their profession also, they could remember the period of recipe administration for each disease and the quantity given to the infant for the specified period of use.

**Tab. 2 Frequency Distribution of Background Information on Infant Treatment**

Variable	Frequency	%age	Mode
<b>Age Range of Infants Treated per Month</b>			
month – 5 yrs	6	30.0	8 Days – 5 Years
months – 5 yrs	3	15.0	
8 days – 5 yrs	7	35.0	
No response	4	20.0	
<b>Male Infants Treated in the Last One Year</b>			
9	1	5.0	Cannot say precisely
35	1	5.0	
Cannot remember	3	15.0	
Cannot say precisely	11	55.0	
No response	4	20.0	
<b>Female Infants Treated in the Last One Year</b>			
6	1	5.0	Cannot say precisely
30	1	5.0	
Cannot remember	3	15.0	
Cannot say precisely	11	55.0	
No response	4	20.0	
<b>Attend to physically challenged infants?</b>			
Yes (deaf, dump & lame) No	3	15.0	No
	17	85.0	
<b>Allow Breastfeeding of Infants under Care?</b>			
Yes No	20	100.0	Yes
	0	0.0	

### *Plants of Medicinal Use in the Treatment of Infant Ailments*

This study (Appendix 1) identified eighty-nine plants on the prevention of infant morbidity and some of these plants had been documented by previous related studies. For example, the study by Ndukwu and Ben-Nwadibia (2019) also documented about twenty-three (23) related plants in the summary of data on species used for spices and condiments. Also, in Fatoba *et al.* (2018), the recipes for the treatment of twelve (12) infant diseases were enumerated and most of the forty-five (45) plants that were listed in the profile of plants used in their treatment were part of this study findings.

Table 3 shows the plants that are used for the treatment of different identified ailments of infants by



the respondents. Majority of the respondents use similar plants but different parts in the preparation of identified ailment recipes. However, the use of leaf appears to be more popular among them than the use of other plant parts (bark, root, and seed). For example, *arira*, *eru Alamo* and *oruwo* appeared more in the plants used for treatment, followed by *ahun*, *Aidan*, *akere jupon*, *atale pupa*, *dogoyaro*, *egbesi*, *gbewutu*, ginger, mango, and *yani*.

Ginger is a common plant used in the treatment of cold, cough, malaria, diarrhea and walking challenges with similar parts, while *Ata ijosi* is peculiar to teething and typhoid. It was also observed that there were additional ingredients added to most of the plants' parts before administration (e.g. salt, honey and tomtom sweet). Atacora (2019) however, fingered baobab fruit powder as potent in the treatment of fevers, gastric complaints, malaria, haemoptysis, and as a general health tonic, particularly in children, pregnant women and elderly people ([www.aminaherbs.com](http://www.aminaherbs.com)). Baobab power efficacy was reposed by Osman (2004) who not only reported it as a vitamin C supplements but observed the seed as a good source of energy, protein, and fat. Ndukwu and Ben-Nwadibia (2019) also documented the use of *Denniattia tripetala* and *Pergularia Daemia* for the treatment of cough and fever. Also, in the case of infant having walking challenges, seven (7) incisions (called *gbere sisin* in Yoruba language) will be done around the baby's left and right knee with blade. Also, the same number of incisions will be done on the left and right leg of a Roan Antelope (an animal called *Etui* in Yoruba language). The incised animal legs will then be burnt separately and the ashes will be mixed with *atare* and rubbed on the infant's incisions (that is, the left burnt leg of *Etui* will be used to rub the left leg of the infant and same is applicable to the right).

In the case of convulsion, another means of treating infant without plants is the use of *somiroro* also known as bluestone and it can be found at the Northern part of Nigeria, it is in powder form and one teaspoonful of the powder is poured in to drinkable water, some particles will be put on the infant's head and under the armpit of both hands, the process should be repeated after 15 days. Also, on the treatment of teething problem, very well grounded *ota inu iroko* is added to local soap (*ose dudu*) and the mixture is again mixed with the burnt leaf of *dagunro pelebe elegun* and *Eru Alamo*. It should however be noted that the number of the leaves of the *Eru Alamo*, which will be used depends on the child sex. For a male child, nine of the leaves (*eru-mesan*) will be used while for female seven leaves of *eru* (*eru-meje*) will be plucked and added to the recipes for treatment. The infant will bathe with the local soap mixed with the burnt arches from head to toe.

However, Nigerian Journal of Basic and Applied Science (2018) documented the application of grounded *Allium cepa*, *Allium sativum*, and *Zingiber officinale* mixed with palm oil all over the body of the baby. The mixture should be allowed to enter the baby's eyes and in addition, about 2.5 ml of the mixture should be applied orally to the affected child. Also, recommended for convulsion is 10 ml oral application thrice daily of the concoction of leaves of *Rauwolfia vomitoria* and the leaves and fruits of *Xylopia aethiopica* boiled in water for 45minutes (Nigerian Journal of Basic and Applied Science, 2018).

**Tab. 3 Identified Local Plants and Parts Used in the Treatment of Identified Common Infant Ailments in the Study Area**

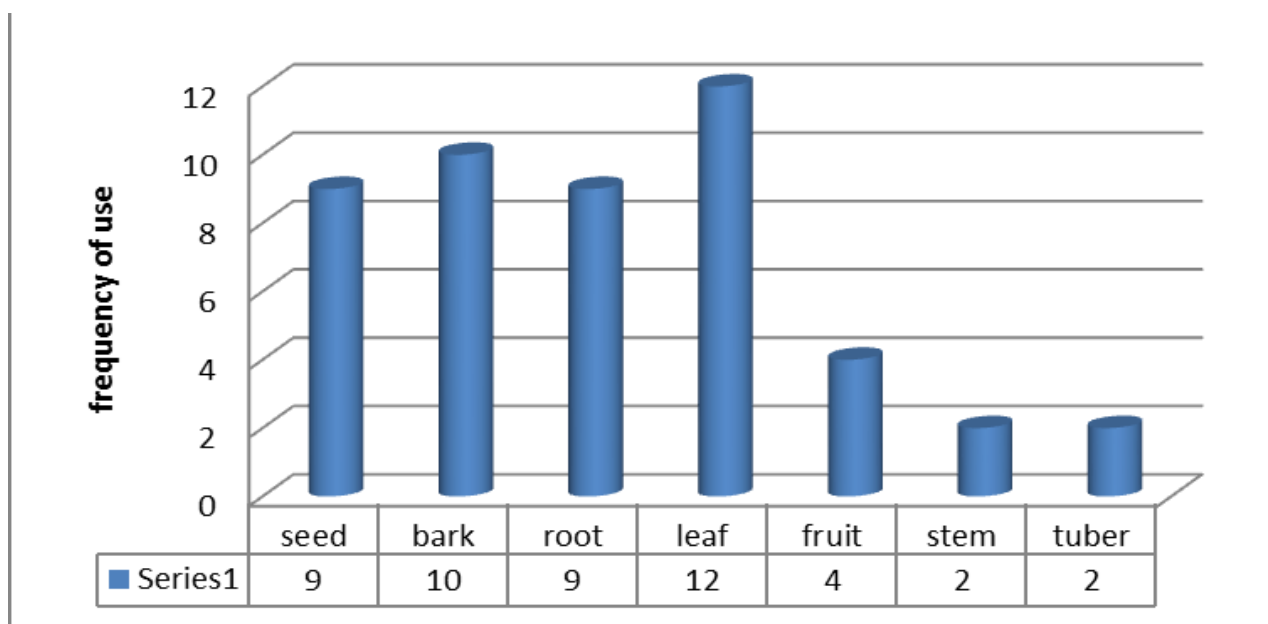
Ailments	Plants used	Parts Used
Cold	<i>Aidan, igbesi, Oruwo, Ginger, mango, akere jupon, eru alamo, ahun, dogoyaro (neem), yani, atale pupa (Turmeric), gbewutu</i>	Seed, bark, roots, and leaves
Cough	<i>Bitter cola (orogbo), ipin, Aidan, Modun moro, and ginger</i>	Seed, bark, roots, and leaves
Malaria	<i>Dogoyaro, Ginger, Oruwo, igbesi, mango, akere jupon, gbewutu, yani, atale pupa, eru alamo, ahun, arira, and oganho</i>	Seed, bark, roots, and leaves
Measles	<i>ira, Imi esu (white weed), Ogiri isako, tagiri/amuletutu, and eru Alamo</i>	Seed, bark, roots, fruits, and leaves
Small pox	<i>Idi, Ifon, Opon, Okuku, Imi isu, Ayin, opiri, oro agogo, adete, iyemi, enu gbegiri, inagiri, ipeta, arira, emi, sapo, rere and eru</i>	Bark, and leaves
Teething	<i>Dagunro pelebe elegun, kanafuru, iyere, Ata ijosi and Eru Alamo</i>	Bark, roots, seed, and leaves
Chicken pox	<i>Arira, Ifon, Inagiri, Ayin, Imi isu, ipeta, opon, idi, gbegiri, apaasa, rinrin, inagiri, oro adete, oro agogo, eruji and opiri</i>	bark, roots and leaves
Diarrhea	<i>Ayu (garlic), Erin rawale, Arira, Efinrin, kanafuru, bara, oronbo wewe, aidan toro, akogun, idi, orira, ogono, abeereand Ginger</i>	Seed, bark, roots, fruits, stem and leaves
Convulsion	<i>Ayu (garlic), itoo, Aidan, ewe ogede (fresh banana leaves), taba, alubosa elewe and onisu (onion), and somiroro</i>	Roots, tuber, and leaves
Typhoid	<i>Ata ijosi, kerewu, yani, ahun, osan (Orange), orogbo (Bitter cola), Oruwo, eeru, laali, ope, ewe tii, egbesi, grape, akere jupon, Gbewutu, Atale, Dogoyaro, ibepe dudu (Unripe Pawpaw), osan jagani, atale pupa, mango, iyeye, Pineapple, Grape and osan were(Lime)</i>	Seed, bark, root, fruits, stem, and leaves
Jaundice	<i>Oruwo, Egbesi, Gbewutu, Mango, Dogoyaro, orogbo (Bitter cola), Atale pupa, eeru, ahun, akere jupon, eru Alamo, yani, ibepe dudu (unripe pawpaw), laali, ope (palm tree) and owu/kerewu</i>	Seed, bark, roots, fruits, and leaves
Walking challenge	<i>Ayu (ginger), vegetables, Atare, Shea butter, and ewe noni</i>	Tuber, seed, and leaves

**NB\* Please, see Appendix 1 for the botanical names of Identified Flora**

### *Plant Parts Used in the Treatment of Infant Ailments in Ibadan*

Examining the flora parts used in the preparation of infant concoctions, the study (Fig. 2) revealed that all parts are used. However, the leaves were mostly used as 12 (60.0%) of the 20 sampled healers subscribed to the use of leaves. The use of leaves was closely followed by the use of tree barks, root and seed. Flora stem and tuber were the least used. This is a slight difference from the findings of Aworinde and Erinoso (2015), which documented slightly higher use of roots and underground stems (39.1%) than the use of above ground stems (32.6%) of the 48 species fingered in the management of infants' illnesses in the study area. Other identified parts used are bark (15.2%), seeds (8.7%) and tuber (4.4%) - Aworinde and Erinoso (2015).

**Fig. 2 Frequency Distribution of the Plant Parts Used for Recipe Preparation by Infant Healers in Ibadan**



### *Consent on and Treatment of Other Infant Ailments in Ibadan*

Apart from the common infant ailments, Table 4 shows that few (10%) of respondents consent to treating other infant ailments.

**Tab. 4 Frequency Distribution of Respondents Consent on Treatment of Other Infant Ailments**

Variable	Frequency	Proportion (%)
<b>Treat other infant ailments often?</b>		
Yes	2	10.0
No	18	90.0
Total	20	100

Table 5 shows the details of other types of ailments treated by the respondents. Three types of such ailments were identified viz: Asthma, *oka ori*, and *jewo*. The healers also discussed the plants and parts used for the treatment (Table 5) as well as the preparation and dosage. Also worthy of note is that none of the herb sellers (*Elewe omo*) consented to the use any metaphysical power, act or art in the treatment of infant ailments apart from the use of herbs prescribed for the treatment of each ailment. This contradicts the assertion of Kayombo (2013) that some illnesses are believed to be caused by witchcraft, evil eye, curse, sorcery, jealousy and cosmic world intervention, and can cannot be detected or cured with orthodox health facilities. This was why he proposed treating such illnesses using indigenous/traditional knowledge or techniques.

**Tab. 5 Plants and Parts Used in the Treatment of Other Infant Morbidity in Ibadan**

Other Ailments	Plants used, Preparations and Dosages	Parts Used
Asthma	<i>Isu ege</i> (cassava), <i>epa</i> (groundnut), <i>epo igi oori</i> (shea butter), <i>baaka</i> , <i>oruru</i> , <i>aridan</i> , <i>tete abalaye</i> , <i>orogbo</i> , <i>Aayu</i> <i>Preparation: fry both cassava (isu ege) &amp; a handful of groundnuts to powder and grind others mix them together</i> <i>Dosage: mix with honey (oyin igan) and lick thrice in a day</i>	Leaf, bark, bulb, tuber, seed
<i>Oka ori</i> (an observed green line, which is like muscle on the head or stomach of infants)	<i>Egbo Apoka</i> and <i>Ayoka</i> , <i>epo enu iyemi</i> and <i>enu gbegiri</i> , <i>epo jebo</i> , <i>epo ayira</i> , <i>epo ponpola</i> , <i>epo opon</i> , <i>small epo odan</i> , <i>epo aye</i> , <i>epo idi</i> , and <i>eru Alamo</i> <i>Preparation: cook all together</i> <i>Dosage: half cup of baby cup drink three times (Morning, afternoon &amp; night) and bathe with the water once a day</i>	Root, bark, leaf
<i>Jewo</i> (stomach ache that make infants twist the body and make them restless)	<i>Paro pupa</i> , <i>Paro funfun</i> , <i>ere</i> , <i>modun moro</i> , <i>agba</i> , <i>omonijedejede</i> , and <i>alubosa elewe</i> <i>Preparation: soak in a bottle of water</i> <i>Dosage: half cup of baby cup drink three times (Morning, afternoon &amp; night)</i>	Root, bark, leaf

### *Dosage and Usage of Preparation in the Treatment of Infant Morbidity*

Examining the none-measurable administration weakness of most traditional recipe, the study (Table

6) revealed that the healers actually have measures in place for dosages and administration of traditional medications in treatment of infant ailments. Seven of the ailments (cold, cough, measles, smallpox, teething, chickenpox and walking challenge) were prescribed for treatment once a day; malaria, typhoid, and jaundice were prescribed for treatment thrice (morning, afternoon and night) a day, while diarrhea and convulsion were prescribed for treatment twice (morning and night) a day. This compliment the documentation by Aworinde and Erinoso (2015) of fifteen (15) recipes from forty-eight (48) plants belonging to different families, parts used as well as the dosages for each recipe in the management of infants' ailments in Ibadan.

Ailments	Dosage and Usage of Treatment		
	Morning	Afternoon	Night
Cold	Half baby cup once a day any time		
Cough	2 teaspoonful once a day any time		
Malaria	1 teaspoonful	1 teaspoonful	1 teaspoonful
Measles	Half baby cup once a day any time		
Smallpox	Half baby cup once a day any time		
Teething	Half baby cup once a day any time		
Chickenpox	Half baby cup once a day any time		
Diarrhea	2 teaspoonful	None	2 teaspoonful
Convulsion	1 teaspoonful	None	1 teaspoonful
Typhoid	3 teaspoonful	3 teaspoonful	3 teaspoonful
Jaundice	3 teaspoonful	3 teaspoonful	3 teaspoonful
Walking challenge	A shot of baby cup once a day any time		

### Summary

The study identified eighty-nine different plants species from different families used in the treatment of twelve common and three (3) additional infant diseases in the study area. The additional three are: Astma, *Oka ori* (a green line like muscle on the head or stomach of infants), and *Jewo* (stomach ache that make infants sleepless). Also, before an infant could be allowed to use herbs for treatment, such must be at least eight (8) days old and traditional healing does not prevent infant from being breastfed adequately so that the herbs prescribed can be effective.

### Conclusion

Indigenous medicine has been practiced in Africa before the introduction of orthodox medicine. Therefore, for sustainable health, it is advocated that the integration of both indigenous and orthodox





techniques of preventing morbidity in infants, would achieve the goal 3 (to ensure healthy lives and promote well-being for all at all ages) by 2030 as the United Nations proposes. This present study recognises the fact that traditional medicine (herbal therapies) has an important role to play in health care delivery. Furthermore, some illnesses and diseases are better treated by traditional healing system especially the ones not recognised by orthodox medical practitioners. Therefore, for preventing childhood diseases in Nigeria, the medical scientists and health workers should integrate indigenous methods of preventing childhood diseases from western medication. Although, there will still be a need for researchers to explore this vital information through scientific validation to the claim of the indigenous people. Also, screening, isolation, and characterization of active constituents of the plants would give leads in the production of a novel drug.

### Recommendations

The use of herbal therapy in the prevention and cure of Infants illnesses should be given significant attention because of their potencies and ready availability within users' environment. A regulatory measure for both herbal practitioners and the public is encouraged as this will endear herbal therapy to the populace (Aworinde and Erinoso, 2015). Also worthy of note is the need to take documentation of Traditional African Medicine very important so as to prevent loss of vital indigenous knowledge in this area.

### Reference

Adefolaju, T.: The Dynamics and changing structure of traditional healing system in Nigeria. *International Journal of Health Resources* (2011); 4(2):99-106.

Ameh, S. J. , Obodozie, O. O., Inyang, U. S., Abubakar, M. S. and Garba, M. Current phytotherapy - a perspective on the science and regulation of herbal medicine. *Journal of Medicinal Plants Research* (2010a), 4(2): 072-081.

Anywar, G., C. I. E. A. van't Klooster, R. Byamukama, M. Willcox, P. A. Nalumansi, J. de Jong, P. Rwaburindori and B. T. Kiremire: Medicinal Plants Used in the Treatment and Prevention of Malaria in Cegere Sub-County, Northern Uganda. *Ethnobotany Research & Applications* 14:505-516 (2016). <http://dx.doi.org/10.17348/era.14.0.505-516>

Atacora, the Medicinal Value of Baobab. Cited at <https://www.atacora.com/baobab-blog/the-medicinal-value-of-baobab> on 06/09/2019



Aworinde, D. O., and Erinoso, S. M.: Ethnobotanical Investigation of Indigenous Plants Used in the Management of Some Infant Illnesses in Ibadan, South-Western Nigeria. African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicine (2015), 12(1):9-16.  
<http://dx.doi.org/10.4314/ajtcam.v12i1.29>

Barnes J., L. A. Anderson and J. D. Phillipson: Herbal medicine. 3rd Edition, Pharmaceutical Press, London (2007). pp 1-23.

Bello, S.: Culture and decision making in Nigeria: proceedings of the 1st National Workshop on "National Cultural Parameters in Decision Making for Cultural Executive Promoters and Policy Makers", held at NIPSS, July 30th - August 3rd, 1990. Published by the National Council for Arts and Culture, Lagos, Nigeria (1991). ISBN: 9783119338 9789783119338. OCLC Number: 742234812.

Biswas, K. R., T. Ishika, M. Rahman, T. Khan, A. Swarna, M.N. Monalisa, S. Sanam, I. Malek and M. Rahmatullah: Medicinal plants used for preventive medicinal purposes: a survey in Muktipara village, Chuadanga district, Bangladesh. American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture (2011), 5(2): 247-251.

Borokini and Lawal: Traditional Medicine Practices Among the Yoruba People of Nigeria: a Historical Perspective. Journal of Medicinal Plants Studies (2104); 2(6): 20-33.

Espo, M.: Infant Mortality and its underlying Determinants in Rural Malawi (Unpublished). University of Tampere Medical School (2002).

Ezekwesili-Ofili, J. O. and A. N. C. Okaka: Herbal Medicines in African Traditional Medicine. Intech Open Publishers, Herbal Medicine (2016), Chapter 10. 191 – 214.  
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.80348>

Faleyimu, O. I. and S. A. Oluwalana: Medicinal Value of Forest Plant Seeds in Ogun State, Nigeria. World Journal of Biological Research (2008), 1(2): 1-6.

Famuyide, O.O., C. A. Ajayi, T. O. Olarewaju, T. Oyaniyi and M. A. Alaje: Human Perception on Forest Cover Change in Eleyele Forest Reserve, Ibadan, Oyo State, Nigeria. Journal of Forestry Research and Management (2018). Vol. 15(2).18-32. ISSN 0189-8418. [www.jfrm.org.ng](http://www.jfrm.org.ng)

Fatoba, P. O., S. B. Adeyemi, A. A. Adewole and M. T. Fatoba: Medicinal Plants Used in the Treatment of Infant Diseases in South-Western Nigeria. Journal of Basic and Applied Science (2018), 26(1): 14-22  
DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/njbas.v26i1.2>

Habib, H., M. Lohani, H. Khan and M. H. Khan: Infant Morbidity Leading to Infant Mortality. Gomal Journal of Medical Sciences (2009), 7(2), 121-123.

Helms, J. E. and D. A. Cook: Using race and culture in counseling and psychotherapy: Theory and



process, Allyn and Bacon, Boston, MA (1999).

Jegade, A. S.: The Yoruba Cultural Construction of Health and Illness. *Nordic Journal of African Studies* (2002), 11(3): 322-335.

Kayombo, E. J.: Traditional Methods of Protecting the Infant and Child Illness/Disease among the Wazigua at Mvomero Ward, Morogoro, Region, Tanzania. *Alternative Integrated Medicine* 2, (2013): 103. doi: 10.4172/2327-5162.1000103

Kofi-Tsekpo, M.: Institutionalization of African Traditional Medicine in Health Care Systems in Africa. *Africa Journal of Health Sciences*, (2004). 11(1-2)

Mesike, C. G. and J. N. Mojekwu: Environmental Determinants of Child Mortality in Nigeria. *Journal of Sustainable Development*, (2012). 5(1):65-75.

Naderifar, M., H. Goli and F. Ghaljaie: Snowball Sampling: A Purposeful Method of Sampling in Qualitative Research Strides. *Development Medicine Education*, (2017).

NBS: National Bureau of Statistics, National Population Commission, Abuja, Nigeria, (2006). Ndukwu, B. C. and N. B. Ben-Nwadibia: Ethno-medicinal Aspects of Plants Used as Spices and Condiments in the Niger Delta Area of Nigeria. Department of Plant Science and Biotechnology, University of Port Harcourt, Nigeria, (2019). Cited 05/09 2019 at <https://pdfs.semanticscholar.org/93ff/1dfce36da6f22c4e3c52629df50ffa9278ea.pdf>

NPC: Population and Housing Census of the Federal Republic of Nigeria. National Population Commission, Nigeria, (2006).

Osman, M. A.: Chemical and Nutrient Analysis of Baobab (*Adansonia digitata*) Fruit and Seed Protein Solubility. *Plant Foods for Human Nutrition*, (2004). 59: 29–33.

Osunwole, S. A.: Healing in Yoruba Traditional belief systems. Unpublished Ph.D thesis, University of Ibadan, Ibadan, (1989).

Osunwole, S. A.: Understanding Traditional African Medicine in Nigeria: Clemeve Media Konsult, Ibadan, Nigeria, (2018). ISBN: 978-978-51651-9-7.

Prasad, L.V.: Indian System of Medicine and Homoeopathy Traditional Medicine in Asia. Ranjit Roy Chaudhury and Uton Muchatar Rafei Eds. WHO - Regional Office for South East Asia- New Delhi, (2002). pp-283-286.

Sofowora, A., E. Ogunbodede and A. Onayade: The Role and Place of Medicinal Plants in the Strategies for Disease Prevention. *African Journal of Traditional and Complementary Alternative Medicine*, (2013). 10(5):210-229.

Sofowora A.: *Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. 3rd Ed. Nigeria, (2008), Ibadan



Spectrum Books.

Tan, A. C., I. Konczak, D. M. Sze and I. Ramzan: Towards the Discovery of Novel Phytochemicals for Disease Prevention from Native Australian Plants: an Ethno-botanical Approach. *Asian Pacific Journal of Clinical Nutrition*, (2010). 19(3):330–334.

United Nations: World Population Prospects, 2019. Department of Economics and Social Affairs of the United Nations, (2019). <https://population.un.org/wpp/>

UNICEF. The State of the World Children, 2001. UNICEF, New York. UNICEF. Information Sheet: Nutrition, June 2006. UNICEF, Nigeria.

UNICEF. Levels and Trends in Child Mortality Report, 2010. UNICEF, New York.

Usman, J. M., I. B. Adeoye and O. Adebisi-Adelani (2011): Marketing Structure and Performance of *Ocimum gratissimum* in Selected Markets in Ibadan Metropolis. *Advance. Science and Engineering Resources* 1 (2): 40-46.

WHO/AFRO: Guidelines for Registration of Traditional Medicines in the WHO African Region. Published by The Regional Office for Africa Traditional Medicine Programme, Division of Health Systems and Services Cluster Geneva in conjunction with Traditional Medicine Programme, Department of Essential Drugs and Medicines Policy, Brazzaville, (2010). AFR/TRM/04.1. 40pp.

World Health Organization. Twenty-Ninth World Health Assembly Geneva, 3-21 May 1976 WHA29.72 Health manpower development.

World Health Organization. Gender and the use of medications: a systematic review. Geneva, World Health Organization, (2000a) (unpublished working document WHO/GHW).

World Health Organization (2000b). Women's mental health: an evidence-based review. Geneva, World Health Organization (unpublished document WHO/MSD/MHP/00.1).

World Health Organization (2000c). The World Health Report 2000 – Health systems: improving performance. Geneva, World Health Organization.

World Health Organization (2001). Mental health resources in the world. Initial results of Project Atlas. Geneva, World Health Organization (Fact Sheet No. 260, April 2001).

World Health Organization. (2001). The World health report (2001): Mental health: new understanding, new hope. World Health Organization.

<b>Appendix 1: Botanical Name and Family of Local Floras Used in the Prevention of infants' Morbidity in Metropolitan Ibadan, Nigeria</b>			
S/N	Local name	Botanical name	Family
1	Aayu (Garlic)	<i>Allium Sativum L.</i>	Amaryllidaceae



2	Abeere/Oloko/Ajisomobia (Neou oil tree)	<i>Bidens bipinnata</i> L.	Asteraceae
3	Agba/loshi-erin	<i>Gossweilerodendron balsamiferum</i> (vermoesen) Harms	Fabaceae (caesalpinoideae)
4	Ahun	<i>Alstonia congensis</i> Engl.	Apocynaceae
5	Aidan tooro	<i>Senna fistula</i> Linn	Leguminosae – Caesalpinoideae
6	Aidan/Aridan	<i>Tetrapleura tetraptera</i> (Schumach.) Taub.	Fabaceae (Mimosoideae)
7	Aiye	<i>Maranthes robusta</i> (Oliv.) Prance (syn. <i>Parinari robusta</i> Oliv.	Chrysobalanaceae
8	Akere jupon	<i>Sphenocentrum jollyanum</i>	Menispermaceae
9	Akogun	<i>Aristolochia ringens</i> Vahl	Aristolochiaceae
10	Alubosa elewe	<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae
11	Alubosa onisu	<i>Allium cepa</i> L.	Amaryllidaceae
12	Apaasa (Billygoat weed)	<i>Agerantum Conyzoides</i>	Asteraceae (Compositae)
13	Apoka (red bushwillow)	<i>Combretum sordidum</i>	Combretaceae
14	Arira (whitebeam)	<i>Averrhoa carambola</i>	Oxalidaceae
15	Ata ijosi	<i>Capsicum annum</i> Linn.	Solanaceae
16	Atale (Ginger)	<i>Zingiber officinale</i>	Zingiberaceae
17	Atale pupa (Tumeric)	<i>Curcuma longa</i>	Zingiberaceae
18	Atare (Alligator pepper)	<i>Aframomum melegueta</i> K. Schum.	Zingiberaceae
19	Ayin	<i>Delonix regia</i>	Leguminosae
20	Ayoka	<i>Combretum tomentosum</i>	Combretaceae
21	Baka	<i>Gladiolus daleni</i> Van. Geel.	Iridaceae
22	Bara	<i>Curculigo pilosa</i> Engl	Amaryllidaceae
23	Dagunro pelebe	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae
24	Dagunro pelebe elegun	<i>Acanthospermum hispidum</i>	Asteraceae
25	Dogoyaro (Neem)	<i>Azadirachta indica</i> (A. Juss.)	Meliaceae
26	Efinrin	<i>Occimum gratissimum</i> Linn	Labiatae (Lamiaceae)
27	Efo Tete (vegetable)	<i>Amaranthus hybridus</i> ssp. <i>cruentus</i> (Linn.)	Amaranthaceae
28	Egbesi	<i>Nauclea latifolia</i> Rubiaceae	<i>Nauclea latifolia</i> Rubiaceae
29	Emi esu	<i>Adenostemma perrottetii</i>	Asteraceae
30	Emi gbegiri	<i>Pseudocedrela kotschyi</i>	Meliaceae
31	Enu-Opiri	<i>Euphorbia laterifolia</i>	Euphorbiaceae
32	Epa (Groundnut)	<i>Arachis hypogaea</i> L.	Fabaceae
33	Ere	<i>Aloe percrassa</i> Tod.	Asphodelaceae
34	Erin rawale	-	-
35	Eru Alamo	<i>Xylophia aethiopica</i>	Annonaceae
36	Erunje/Eeru (Ethiopian pepper)	<i>Xylophia aethiopica</i>	Annonaceae
37	Ewe noni	<i>Morinda citrifolia</i>	Rubiaceae



38	<i>Ewe ogede</i>	<i>Musa sapientum L.</i>	Musaceae
39	<i>Ewe tii</i> (Lemon grass)	<i>Cymbopogon citratus</i>	Poaceae
40	<i>Ewe mangoro</i> (Mango)	<i>Mangifera idica L.</i>	Anacardiaceae
41	<i>Gbewutu</i>	<i>Cochlospermum tinctorium</i>	Cochlospermaceae
42	<i>Ibepe dudu</i> (Pawpaw)	<i>Carica papaya L.</i>	Caricaceae
43	<i>Idi</i>	<i>Terminalia glaucescens phanch.</i> (Syn. <i>Terminalia Schimperiana Hoch st.</i> )	Combretaceae
44	<i>Ifon</i>	<i>Olox subscorpioidea</i>	Olacaceae
45	<i>Imi esu</i>	<i>Ageratum Conyzoides L.</i>	Asteraceae
46	<i>Inagiri</i>	-	-
47	<i>Ipeta</i> (violet tree)	<i>Securidaca longepedunculata</i>	Polygalaceae
48	<i>Ipin</i> (sandpaper leaf)	<i>Ficus asperifolia</i>	Moraceae
49	<i>Ira</i>	<i>Bridelia ferruginea</i>	Euphorbiaceae
50	<i>Isu ege</i>	<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae
51	<i>Ito</i> (Millet)	<i>Millettia thonningii</i>	Leguminosae
52	<i>Iyemi</i>	-	-
53	<i>Iyere</i>	<i>Piper quineense</i>	Piperaceae
54	<i>Iyeye</i> (Hog plum)	<i>Spondias mombin L.</i>	Anacardiaceae
55	<i>Jebo</i>	<i>Entandrophragma utile</i>	Meliaceae
56	<i>Kanafuru</i> (Clove)	<i>Syzygium aromaticum</i>	Myrtaceae
57	<i>Laali</i>	<i>Lawsonia inermis</i>	Lythraceae
58	<i>Modun moro</i>	<i>Gongronema latifolium</i>	Asclepiadaceae
59	<i>Odan-afomo</i>	<i>Ficus mucoso</i>	Moraceae
60	<i>Oganwo</i> (Mahogany)	<i>Khaya ivorensis</i>	Meliaceae
61	<i>Ogirisako</i>	<i>Anchomanes difformis</i>	Araceae
62	<i>Ogono</i>	-	-
63	<i>Okuku</i>	<i>Pteleiopsis suberosa Engl. &amp; Diels</i>	Combretaceae
64	<i>Omonijedejede</i>	-	-
65	<i>Ope oyinbo</i> (pineapple)	<i>Ananas comosus</i>	Bromeliaceae
66	<i>Opon/ononagba</i>	<i>Tetracera alnifolia Willd.</i>	Dilleniaceae
67	<i>Ori</i> (Shea butter)	<i>Vitex doniana Linn.</i>	Verbenaceae
68	<i>Oro adete</i> (Cactus)	<i>Euphorbia unispina N.E.Br</i>	Euphorbiaceae
69	<i>Oro agogo</i> (Asthma weed)	<i>Euphorbia hirta L.</i>	Euphorbiaceae
70	<i>Orogbo</i>	<i>Garcinia kola Heckel</i>	Guttiferae
71	<i>Orombo wewe/osan wewe</i> (lime)	<i>Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle.</i>	Rutaceae
72	<i>Oruru</i> (Sausage tree)	<i>Spathodea campanulata</i>	Bignoniaceae
73	<i>Oruwo</i> (Brime stone tree)	<i>Morinda lucida Benth.</i>	Rubiaceae
74	<i>Osan</i> (Orange)	<i>Citrus sinensis (Linn.)</i>	Rutaceae
75	<i>Osan gerepu</i> (Grape)	<i>Vitis vinifera L.</i>	Vitaceae
76	<i>Osan jagan</i> (Bitter orange/lemon)	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae
77	<i>Otainu Iroko</i> (seed in Iroko tree)	<i>Milicia excels</i>	Moraceae



# Revista Verde

## Green Journal

ISSN: 2764-9024

doi: 10.29327/24769.1.1

78	<i>Owu/kerewu</i> (cotton)	<i>Gossypium barbadense</i> Linn	Malvaceae
79	<i>Parun funfun</i>	<i>Oxytenanthera abyssinica</i>	Poaceae
80	<i>Parun pupa</i>	<i>Oxytenanthera abyssinica</i>	Poaceae
81	<i>Ponpola</i> (silk cotton tree)	<i>Bombax buonopozense</i> P. Beauv	Bombacaceae
82	<i>Rere</i>	<i>Senna occidentalis</i>	Leguminosae
83	<i>Rinrin</i> (pepper elder)	<i>Peperomia pellucida</i> (Linn.) H.B. & K	Piperaceae
84	<i>Sapo</i>	<i>Anthocleista djalensis</i>	Loganiaceae
85	<i>Somiroro</i> (bluestone)	<i>Sorghastrum nutans</i>	Poaceae
86	<i>Taba</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae
87	<i>Tagiri/amuletutu</i>	<i>Laganaria breviflorus</i>	Cucurbitaceae
88	<i>Tete abalaye</i> (Green Amaranth)	<i>Amaranthus viridis</i>	Amaranthaceae
89	<i>Yanrin</i>	<i>Lactuca capensis</i>	Compositae



### FOOD WASTE MANAGEMENT AND THE CIRCULAR ECONOMY IN THE BRAZILIAN SEMIARID

Diana Gonçalves Lunardi<sup>1</sup>; José Eric da Silva Queiroz<sup>2</sup>. Larissa Leykman da Costa Nogueira<sup>2</sup>; Vitor de Oliveira Lunardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal University of the Semi-Arid Region – UFERSA

<sup>2</sup>Program in Environment, Technology and Society, UFERSA

#### ABSTRACT

The circular economy contrasts with the current production system, to assess the impact of products and reduce waste generations. The Federal University of the Semi-Arid Region (UFERSA), located in the municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte, has a university restaurant responsible for serving around 1,600 daily meals. A large amount of food waste generated, about 50-80 kg/day, mainly composed of the leftover food, has required the development of processes aimed at its sustainable reuse. In this study, we applied the circular economy concept to propose an adequate food waste management system. This integration system included: (i) the training of employees on waste management, (ii) the construction of a thermophilic composting plant, and (iii) transportation logistics for organic waste collection and distribution of organic compost and liquid fertilizer. The thermophilic composting plant built consists of eight polyethylene cylinders with a fiberglass cover. Each cylinder has a diameter of 1.1 m and a height of 1.0 m and a processing capacity of up to 50-80 kg of food waste/day. The composting plant contains a PVC tube drainage system, connecting all cylinders and a 500 L collection box, for the temporary storage of the liquid fertilizer. The following parameters of the organic compost must be monitored and corrected weekly, when necessary: pH, humidity, and temperature. In suitable conditions of operation of the thermophilic composting plant, the production of 2,500 kg of organic compost is expected every 100- 120 days, depending on the composition of the waste and climatic conditions. It is important to highlight the need for frequent educational campaigns to sensitize university students in reducing the amount of food waste in a university restaurant. Composting food waste contributes to fuel savings and reduction of carbon dioxide emissions, since this waste, which was previously transported to the landfill, will be treated at the university itself. The composting plant also contributes to the useful life of the landfill and to reduce spending on the purchase of organic compost and liquid fertilizer, used in the university





experimental farm and afforestation. Thus, with the savings generated by the production of organic compost, the university will be able to offer free meals to a larger number of poor students, contributing to the Sustainable Development Goal 2: end hunger and promote sustainable agriculture.

**Key words:** Biofertilizer. Organic compost. Composting plant. Leftover food. Sustainable development goal.

### RESUMO

A economia circular contrasta com o sistema produtivo atual, para avaliar o impacto dos produtos e reduzir a geração de resíduos. A Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, possui um restaurante universitário responsável por servir cerca de 1.600 refeições diárias. A grande quantidade de resíduos alimentares gerados, cerca de 50-80 kg/dia, compostos principalmente pelas sobras de alimentos, tem exigido o desenvolvimento de processos voltados ao seu reaproveitamento sustentável. Neste estudo, aplicamos o conceito de economia circular para propor um sistema adequado de gestão do desperdício de alimentos. Esse sistema de integração incluiu: (i) treinamento de funcionários sobre gestão de resíduos, (ii) construção de usina de compostagem termofílica e (iii) logística de transporte para coleta de resíduos orgânicos e distribuição de composto orgânico e adubo líquido. A usina de compostagem termofílica construída é composta por oito cilindros de polietileno com cobertura de fibra de vidro. Cada cilindro tem um diâmetro de 1,1 m e uma altura de 1,0 m e capacidade de processamento de até 50-80 kg de resíduos alimentares/dia. A usina de compostagem contém um sistema de drenagem de tubos de PVC, conectando todos os cilindros e uma caixa coletora de 500 L, para armazenamento temporário do adubo líquido. Os seguintes parâmetros do composto orgânico devem ser monitorados e corrigidos semanalmente, quando necessário: pH, umidade e temperatura. Em condições adequadas de funcionamento da central de compostagem termofílica, prevê-se a produção de 2.500 kg de composto orgânico a cada 100-120 dias, dependendo da composição dos resíduos e das condições climáticas. É importante destacar a necessidade de campanhas educativas frequentes para sensibilizar os universitários na redução da quantidade de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. A compostagem de restos de alimentos contribui para a economia de combustível e redução das emissões de dióxido de carbono, uma vez que esse resíduo, que antes era transportado para o aterro, será tratado na própria universidade. A usina de compostagem também contribui para a vida útil do aterro e para a redução dos gastos com a compra de composto orgânico e



adubo líquido, utilizados na fazenda experimental universitária e na arborização. Assim, com a economia gerada pela produção de composto orgânico, a universidade poderá oferecer refeições gratuitas a um número maior de alunos pobres, contribuindo para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2: acabar com a fome e promover a agricultura sustentável.

**Palavras-chave:** Biofertilizante. Composto orgânico. Usina de compostagem. Sobra de comida. Objetivo de desenvolvimento sustentável.

## 1 Introduction

The concept of the circular economy is somewhat complex and can include the reduction, reuse, and recycling of materials, with the perspective of sustainable development and its dimensions of social equity, economic prosperity, and environmental quality (Kirchherr et al., 2017). Geissdoerfer et al. (2017) define the circular economy as a regenerative system in which resource input and waste, emission, and energy leakage are minimized by slowing, closing, and narrowing material and energy loops. This can be achieved through long-lasting design, maintenance, repair, reuse, remanufacturing, refurbishing, and recycling. Another definition of the circular economy that considers the perspective of sustainable development was presented by Korhonen et al. (2018), in which they describe the circular economy as an economy constructed from societal production-consumption systems that maximize the service produced from the linear nature-society-nature material and energy throughput flow. This is done by using cyclical materials flows, renewable energy sources and cascading-type energy flows in integrated production.

In a circular economy, the goal is to maximize value at every stage of a product's life. Additionally, the use of resources for the longest time possible can contribute to job creation and waste and atmospheric emissions reduction (Stahel, 2016). In the circular economy, we can identify five stages: (i) innovation, with the development of new technologies that make the circular economy viable; (ii) sustainable resource extraction, (iii) manufacturing, with the need for fewer resources, (iv) distribution and (v) use of products by consumers (Stahel, 2016).

Worldwide, a significant amount of food is lost, resulting in loss of energy and water, both for food production and for waste management (Kibler et al., 2018). According to the World Resources Institute, food waste is food fit for human consumption that is discarded—either before or after it spoils; either the result of negligence or a conscious decision to throw food away, while the United States Environmental



Protection Agency defines food waste as uneaten food and food preparation wastes from residences, commercial and institutional establishments (Kibler et al., 2018). In 2011, the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) estimated that roughly one-third of food produced for human consumption is lost or wasted globally, which amounts to about 1.3 billion tons per year (FAO, 2011). In addition to wasting water and energy, it is also important to consider the negative impacts on the environment caused by food production and, additionally, by food waste. These can include contamination of water and soil, emission of greenhouse gases, and loss of biodiversity.

In Brazil, university restaurants are an important source of food waste that have three origins: (i) part of the food is discarded during processing, (ii) the meal is prepared, but there is not enough consumer for all available meals, (iii) food is served on the plate, but the consumer consumes only part of this food. It is estimated that the total rate of food waste in university restaurants is higher than 20% when we consider the three sources of food waste origin (e.g., Castro et al., 2003; Zotesso, 2016). These food waste rates can be associated with conservation and underutilization of food, portion sizes, food preferences (Zotesso, 2016), and low meal prices. In this study, we applied the circular economy concept to propose a food waste management system and thus contribute to the Sustainable Development Goal 2: end hunger and promote sustainable agriculture.

## 2 Methods

The central campus of the Federal University of the Semi-Arid Region (UFERSA) is located in the municipality of Mossoró, Rio Grande do Norte, semi-arid region of Brazil. There are three other campuses in the municipalities of Angicos, Pau dos Ferros, and Caraúbas. The Köppen Climate classification is BSw<sub>h</sub>, semi-arid, steppe type, very hot, with a rainy season in summer. The annual precipitation is usually less than 750 mm and the average annual temperature is 27.2°C (Ageitec, 2020). The region is inserted in the Caatinga biome and suffers from water scarcity, especially in the dry season, from August to December.

UFERSA, campus Mossoró, has an experimental orchard, which is used to conduct research and practical classes on the production of fruits such as guava, passion fruit, coconut, pineapple, pomegranate, cashew, among others. UFERSA also has an experimental farm, with approximately 400 ha, for research and teaching in agriculture and fruit and animal production. This University has 10,585 undergraduate



students and approximately 600 graduate students and has a university restaurant at Mossoró responsible for serving around 1,600 daily meals. Most university restaurant users are undergraduate students, who pay approximately 1/4 (or US\$ 0,5) of the original meal price (US\$ 2,0). The menu of the university restaurant is of the popular type, consisting of rice or pasta, beans, a type of meat, a type of salad, and a fruit. Meals have a fixed price and users can freely use all foods. Only meat is limited to one portion.

To implement the sustainable management of food waste from the university restaurant, we recorded: (i) the amount and composition of food waste produced daily by the UFERSA university restaurant, campus Mossoró; (ii) the number of waste bins needed to transport food waste, (iii) type of composting plant suitable for the Brazilian semiarid region and (iv) adequate capacity of a composting plant.

### 3 Results and Discussion

Integrated Waste Management System For the sustainable management of food waste of the UFERSA, we propose an integration system between the university restaurant, composting plant, and university experimental farm and orchard (Figure 1).

**Fig. 1** Example of a proposed circular economy for adequate waste management from a university in the Brazilian semiarid.





The integration system between a university restaurant, a composting plant, and a university experimental farm and orchard included: (i) the training of employees on waste management, (ii) the construction of a thermophilic composting plant, and (iii) transportation logistics for food waste collection and distribution of organic compost.

(i) Training of employees: The training of employees on food waste management and the circular economy was carried out in two stages: production of a didactic guide and short course in loco. The topics discussed in the course were: circular economy, nutrient cycle, and decomposition of organic material, use, and importance of individual safety equipment, operation, and management of composting plants, and quality of organic compost.

(ii) Composting plant: To make food waste management and the circular economy viable, UFERSA acquired in 2019 a composting plant (Figure 1). The thermophilic composting plant built consists of eight polyethylene cylinders with a fiberglass cover. Each cylinder has a diameter of 1.1 m and a height of 1.0 m and a processing capacity of up to 50 kg of food waste/day. The composting plant contains a PVC tube drainage system, connecting all cylinders and a 500 L collection box, for the temporary storage of the liquid fertilizer. The following parameters of the organic compost must be monitored and corrected weekly, when necessary: pH, humidity, and temperature (Figure 2). In suitable conditions of operation of the thermophilic composting plant, the production of 2,500 kg of organic compost and liquid fertilizer is expected every 100-120 days, depending on the composition of the waste and climatic conditions. The thermophilic composting process reduces the decomposition time of food waste, and the compost provided by a thermophilic plant provides good humus to enrich the soil and provides basic nutrients for the plants (Elango et al., 2009). Studies indicate that thermophilic composting speeds up the decomposition time of food waste when compared to conventional composting. The quality of the organic compost produced in thermophilic plants has also been highlighted (Xiao et al., 2009).

Transportation logistics: To make an integrated food waste management system viable, transportation logistics is an essential element. Employees and a truck are needed to collect food waste at the university restaurant, transport food waste to the composting plant, transport soil and dry leaves to the composting plant, and finally, transport the organic compost produced to the experimental farm and orchard.



### 3.1 *Benefits of food waste management*

The implementation of an integrated system of food waste management at a university generates several benefits (Figure 3), including the possibility of conducting research, for example, on nutrient cycling, quality of organic compost, and cost associated with circular economy versus traditional economy. The thermophilic composting plant also serves students during the practical classes of the undergraduate courses in agronomy, agricultural and environmental engineering, and ecology. Elementary and high school students from Mossoró and the region also visit the thermophilic composting plant to learn about the organic decomposition processes. From the integrated management of food waste, UFERSA can save money with the production of organic compost for the farm and orchard, and with the end of sending food waste to the landfill. Thus, with the savings generated by the production of biofertilizer, the university will be able to offer free meals to a larger number of poor students, contributing to the Sustainable Development Goal 2: end hunger and promote sustainable agriculture.

The environmental benefits of integrated food waste management include, for example, the reduction of atmospheric CO<sub>2</sub> emissions, as the production of organic compost within the university reduces fuel consumption in transporting food waste to the landfill and purchasing fertilizer. Food waste management also contributes to the useful life of the landfill. Also, suitable waste management reduces the risk of soil and water contamination. The environmental benefits of the composting plant include contributing to nutrient cycling and the production of organic compost, which can be used for the production of food and trees. For example, a cost-benefit analysis of composting plants in Asia indicated that medium and low-scale composting plants are financially viable compared to smaller and larger capacity plants. This study also found that the economic viability of composting plants depends on the number of factors, such as the selection of suitable processing methods, technologies, scale, and product quality (Pandyaswargo and Premakumara, 2014).

### 3.2 *Food Waste Reduction*

Although the food waste management system has several benefits, it is necessary to invest in a program that reduces food waste in university restaurants in its three origins: (i) production of food waste during food processing, (ii) the meal is prepared, but there is not enough consumer for all available meals, (iii) food is served on the plate, but the consumer consumes only part of this food. Some research shows that a good adequacy and monitoring system can significantly reduce food waste (e.g.,



Almeida et al., 2008; Zotesso, 2016). The adequacy of the menu and the size of the portion served to seem to directly contribute to the reduction of food waste (Almeida et al., 2008). It is important to highlight the need for frequent educational campaigns to sensitize university students in reducing the amount of leftover food in the university restaurant. Training courses for employees preparing meals and educational campaigns for students can also contribute to a significant reduction in food waste (Borges et al., 2019).

### Conclusion

The concept of circular economy applied to food waste management can contribute to different sustainable development goals: produce organic compost for agriculture (Goal 2: end hunger and promote sustainable agriculture), promote education (Goal 4: quality education), and reduce greenhouse gas emissions (goal 13: climate action). Indirectly, sustainable waste management is also related to sustainable communities and cities (Goal 11) and life on land (Goal 15).

The food waste management system proposed for a university in the Brazilian semiarid proved to be economically viable, efficient, and useful. For this system to achieve a higher degree of sustainability, it is necessary to promote employee training and educational campaigns for consumers.

### References

- Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. (2020). [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies\\_arboreas\\_brasileiras/arvore/CONT000fud0kxn802wyiv807nyi6swtriw7o.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/especies_arboreas_brasileiras/arvore/CONT000fud0kxn802wyiv807nyi6swtriw7o.html).
- Almeida, T. D., De Brito Neto, O, J. L., Lakatos, M., and Montemor, M. (2008). Relação entre o cardápio do restaurante universitário e desperdício. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, 4, no. 1. <http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/127>
- Borges, M. P., Souza, L. H. R., Pinho, S. D., and Pinho, L. D. (2019). Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24, no. 4: 843-848. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019187411>
- Castro, M. D. A. S., Oliveira, L. F., Passamani, L., and Silva, R. B. (2003). Resto-ingesta e aceitação de refeições em uma unidade de alimentação e nutrição. *Higiene Alimentar* 17: 24-28.



Elango, D., Thinakaran, N., Panneerselvam, P., and Sivanesan, S. (2009). Thermophilic composting of municipal solid waste. *Applied Energy* 86, no. 5: 663-668. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.06.009>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2011). Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i2697e.pdf>

Geissdoerfer, M., savaget, P., bocken, N. M. P., and hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?. *Journal of Cleaner Production* 143: 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Kibler, K. M., reinhart, D., hawkins, C., motlagh, A. M., and wright, J. (2018). Food waste and the food-energy-water nexus: a review of food waste management alternatives”. *Waste Management* 74: 52-62. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.014>.

Kirchherr, J., reike, D., and hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions”. *Resources, Conservation and Recycling* 127: 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

Korhonen, J., honkasalo, A., and seppälä, J. (2018). Circular economy: the concept and its limitations." *Ecological Economics* 143: 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

Pandyaswargo, A. H., and Premakumara, D. G. J. (2014). Financial sustainability of modern composting: the economically optimal scale for municipal waste composting plant in developing Asia. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture* 3, no. 3. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0066-y>Stahel, W. R.

(2016). The circular economy. *Nature* 531.7595: 435-438. [https://doi:10.1038/531435<sup>a</sup>](https://doi:10.1038/531435a)

Xiao, Y., Zeng, G. M., yang, Z. H., shi, W. J., huang, C., fan, C. Z., and xu, Z. Y. (2009). Continuous thermophilic composting (CTC) for rapid biodegradation and maturation of organic municipal solid waste. *Bioresource Technology* 100, no. 20: 4807-4813. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.05.013>

Zotesso, J. P., Cossich, E. S., Colares, L. G. T., and tavares, C. R. G. (2016). Avaliação do desperdício de alimentos e sua relação com a geração de resíduos sólidos em um restaurante universitário”. *Engevista* 18.2: 294-308. <https://periodicos.uff.br/engevista/article/viewFile/9068/6541>





### EFFECTO GENOTÓXICO DE DOS TINTAS EMPLEADAS EN EL ARTE DEL TATUAJE

Norberto Alarcón-Herrera<sup>1</sup>; Saúl Flores Maya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, e-mail: saulsel@unam.mx

#### RESUMEN

El presente estudio aporta respuestas sobre el efecto genotóxico de dos tintas usadas en el arte del tatuaje. En la actualidad no hay información sobre los efectos genotóxicos que puedan producir algunos de los compuestos químicos de las tintas sobre la salud humana. El objetivo de este estudio fue conocer los efectos genotóxicos de la tinta negra y blanca, empleadas mayormente en el arte del tatuaje. En esta investigación se aplicaron la prueba de micronúcleos en células de sangre periférica de ratones CD-1 y la prueba de aberraciones cromosómicas estructurales en cultivos de linfocitos humanos. Los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas en los valores promedio de las células en división (% IM), la frecuencia de micronúcleos (% MCN) en las células de sangre periférica de los ratones y el número promedio de aberraciones cromosómicas estructurales de las células de linfocitos humanos, por lo que fueron sometidos al análisis de la prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ). Se concluyó que los componentes químicos de las tintas blanca y negra tienen efectos citotóxicos en las células de sangre periférica de ratón CD-1 y en las células de linfocitos humanos. En cuanto a los efectos genotóxicos de dichos compuestos, ambas tintas los producen en células de sangre periférica de ratón CD-1 y sólo la tinta blanca tuvo efectos genotóxicos en las células de linfocitos humanos en la concentración de 10 mg/mL.

**Palabras clave:** micronúcleos, aberraciones cromosómicas estructurales, ratón cd-1, linfocitos.

### GENOTOXIC EFFECT OF TWO INKS USED IN THE ART OF TATTOO

#### ABSTRACT

The present study provides answers about the genotoxic effect of two inks used in the art of tattooing. Currently, there is no information on the genotoxic effects that some of the chemical compounds in this inks can produce on human health. The objective of this study was to know the genotoxic effects of black and



white ink, mostly used in tattoo art. In this investigation, the micronucleus test was applied in peripheral blood cells of CD-1 mice and the structural chromosomal aberration test in human lymphocyte cultures. The results obtained indicated that the average values of both the dividing cells (% IM), the frequency of micronuclei (% MCN) in the peripheral blood cells of the mice and the average number of structural chromosomal aberrations in human lymphocyte cells showed significant differences, therefore they were subjected to Dunnett's multiple comparison test analysis ( $p < 0.05$ ). It was concluded that the chemical components of the white and black inks have cytotoxic effects in peripheral blood cells of the CD-1 mouse and human lymphocyte cells, while the chemical compounds of the two inks produce genotoxic effects in peripheral blood cells of CD-1 mice and only the white ink had genotoxic effects on human lymphocyte cells at a 10 mg/ml concentration.

**Key words:** micronuclei, structural chromosomal aberrations, cd-1 mice, lymphocytes

## 1 Introducción

En años recientes, tatuarse se ha vuelto una actividad altamente popular en muchos países para hombres y mujeres. Un estudio realizado en Australia señala que el porcentaje de adultos que se tatuado alguna vez en su vida incrementó del 10.1 al 14.5 % en un periodo aproximado de siete años (Heywood et al., 2012). En el caso específico de México, uno de cada 10 individuos tiene un tatuaje (es decir, 12 millones de personas), la mayoría de los cuales no sobrepasa los 20 años de edad (CONAPRED, 2015). Además de las preocupaciones sobre la transmisión de enfermedades bacterianas que se generan en torno a la práctica de tatuajes, también hay la inquietud sobre los posibles efectos adversos que podría ocasionar la composición química de las tintas para tatuaje (Peta et al., 2015). La mayoría de las tintas consiste prácticamente en pigmentos insolubles mezclados con agua, además de contener dispersantes, adyuvantes y conservadores. (Beute et al., 2008), en tanto que las tintas tradicionales contienen algún tipo de metal (Laux et al., 2016). A pesar de que la mayoría de las tintas modernas contienen pigmentos orgánicos, los metales pesados siguen siendo altamente utilizados, ya sea como cromóforos o como aditivos de sombreado (p. ej., el titanio, el bario, el aluminio y el cobre son utilizados como pigmentos en estas tintas); además, se han reportado otros metales en su composición, como antimonio, arsénico, cadmio, cromo, cobalto, plomo. Inclusive algunos óxidos metálicos (óxido de aluminio, óxido de titanio, etc.) se añaden como nanopartículas con la intención de crear diversos efectos sobre las tintas. Sin embargo, su destino y efectos sobre el cuerpo humano siguen siendo inciertos



(Forte et al., 2009; Jacobsen et al., 2012).

Hasta la fecha no hay ningún tipo de regulación sobre la composición de las tintas de tatuaje. Incluso la Food and Drug Administration de EUA (FDA, 2007) ha omitido la aprobación de algún tipo de tinta para su uso en tatuajes, y en 2003 el Consejo Europeo hizo hincapié en la necesidad de regular este mercado (Bäumler et al., 2003). El principal problema para establecer una regulación es la falta de estudios *in vivo* e *in vitro* para determinar los efectos genotóxicos de las tintas (Wenzel et al., 2013). Dentro de la escasa información disponible, Peta et al. (2015) determinaron que los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) contenidos en la composición química de la tinta negra son responsables solamente de un 0.06 % del estrés oxidativo en la citotoxicidad de bacterias y la citotoxicidad en la prueba de p53, y que el mayor daño citogenotóxico se debe a compuestos no identificados.

En este estudio, la prueba de micronúcleos (MCN) fue empleada en un modelo *in vivo*, ya que permite analizar simultáneamente información de daños genéticos y citotóxicos, y además se obtienen resultados de una forma relativamente rápida de los daños en células expuestas a las tintas (Hayashi et al., 2001). Por otro lado, también se aplicó una prueba *in vitro* para detectar aberraciones cromosómicas y alteraciones en el índice mitótico (IM) en cultivo de células de linfocitos humanos (Gómez-Arroyo et al., 1995; Calderón-Segura et al., 1999; Albertini et al., 2000).

Para este estudio se estableció la siguiente interrogante: ¿las tintas de color negro y blanco tienen algún efecto genotóxico? De esta forma, los resultados publicados de esta investigación tendrán un impacto sobre la regulación en la fabricación química de las tintas y en la extrapolación de los efectos de estos pigmentos en la salud humana. Este antecedente quedará para futuros trabajos de investigación, que deberán ser atendidos inmediatamente, por ejemplo, en el análisis de los efectos genotóxicos en personas tatuadas en el 25 a 100 % de la superficie corporal.

## 2 Métodos

### 2.1 Extracción de pigmentos

Se obtuvieron frascos de 2 oz de tinta profesional negra y blanca de la marca Dragonhawks en Mercado Libre, México. Se separaron los pigmentos de cada una de las tintas con ayuda de un ultrasonicador marca Hielscher UP100H, utilizando como solvente hexano de la manera siguiente: se mezclaron 2 mL de tinta en 2 mL de hexano y 1 mL de agua destilada, llevando a cabo la sonicación durante 1 h. Posteriormente, las



muestras se centrifugaron a 2500 rpm a 14 °C durante 10 min. Terminada la centrifugación se recuperaron tres fases y mediante evaporación se eliminaron los restos de solvente. Para ambos colorantes se prepararon soluciones madre (*stock*) con base en la cantidad de pigmentos obtenidos. Considerando las tres fases (agua, hexano y disolventes de las tintas), por cada 2 mL se obtuvieron 100 mg de pigmentos de tinta blanca y 45 mg de tinta negra. Se usó agua/etanol en proporción 3:1 como disolvente para ambos pigmentos. La concentración de la solución madre del pigmento negro fue de 43 mg/mL y de 80 mg/mL para el pigmento blanco.

## 2.2 Ensayo de micronúcleos

### **Material biológico**

Se usaron ratones machos de la cepa CD-1 de ocho semanas de edad con un peso aproximado de 25 a 30 g (siguiendo los criterios establecidos por Hayashi et al. [2000]). Los ratones fueron proporcionados por el Bioterio de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala de la UNAM. Desde la aclimatación hasta el final del experimento los organismos se mantuvieron en condiciones de laboratorio a  $21 \pm 2$  °C con un ciclo de luz-oscuridad 12:12 h, con acceso a alimento especial para ratones y agua ad libitum.

### **Diseño experimental**

Para determinar las dosis a utilizar y la  $DL_{50}$  se formaron seis lotes con seis ratones cada uno. Los lotes 1, 2, 3 fueron asignados para administrarles el pigmento blanco y los lotes 4, 5, y 6 para tratamiento con la tinta negra. Las dosis aplicadas a cada lote fueron las siguientes: los lotes 1 y 4 fueron expuestos a dosis de 90 mg/kg, los lotes 2, y 5 a dosis de 240 mg/kg y los lotes 3 y 6 a dosis de 500 mg/kg. Una vez obtenida la  $DL_{50}$ , que fue de 240 mg/kg para cada tinta, se procedió a administrar 1/8, 1/4 y 3/8 de dicha dosis para los ensayos de genotoxicidad y toxicidad.

### **Tratamientos**

Se establecieron nueve lotes (marcando a los animales previamente), cada uno con cinco organismos de sexo masculino. A los ratones de los lotes designados como 1, 2 y 3 se les administraron por vía subcutánea y una sola vez dosis de 30, 60 y 90 mg/kg, respectivamente, de pigmento blanco de la marca Dragonhawk. A los lotes 4, 5 y 6 se les administraron dosis similares de pigmentos de tinta negra. Los tres lotes restantes se



distribuyeron de la siguiente manera: al lote 7, asignado como testigo negativo, sólo se le proporcionaron agua y alimento especial para roedores; al lote 8, asignado como testigo positivo, se le aplicó una sola vez una dosis de 60 mg/kg (0.3 mL) de Ifosfamida por vía intraperitoneal; finalmente, al lote 9, designado como testigo negativo, se le aplicó una dosis de 0.3 mL de solución agua/etanol 3:1.

Después de la administración se procedió a extraer sangre a los ratones mediante una punción en la zona caudal a las 24, 48, 72, 96 y 120 h. La gota de sangre se colocó sobre una laminilla y se realizó un frotis (se elaboraron tres laminillas por ratón). Inmediatamente se fijaron las muestras con metanol. Las laminillas se sometieron a un tren de tinción de hematoxilina de Mayer y eosina acuosa al 0.2% por 10 y 2 min, respectivamente (Megías et al., 2018).

Se contabilizaron las células policromáticas y normocromáticas de la sangre periférica de los ratones con ayuda de un microscopio óptico Leica (100×) y posteriormente se fotografiaron utilizando una cámara digital Moticam acoplada a un ordenador. Se contabilizaron un total de 2000 células entre policromáticas (CP) y normocromáticas (CN), así como la frecuencia de eritrocitos policromáticos micronucleados (MCNCP) por ratón y por día.

### 2.3 Análisis estadístico

Los índices de genotoxicidad (%) y toxicidad (%) se calcularon mediante el método propuesto por Hayashi et al. (2000). Para ambos índices se consideró un total de 1000 eritrocitos. Para calcular el índice de toxicidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$IM = [\text{núm. de CP}/1000] \times 100 \quad (1)$$

En tanto que la genotoxicidad se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ MCN} = \frac{\text{Núm. de MCN en CP}}{1000 \text{ células totales}} \times 100 \quad (2)$$

Los datos se organizaron en el **cuadro I**. Para cada día de muestreo se realizó una prueba paramétrica (ANOVA de un factor) con los datos individuales de cada lote experimental. En los resultados globales se



empleó la prueba de ANOVA de un factor utilizando como datos individuales el promedio de cada lote experimental por día de muestreo. Además, en ambos casos se aplicó la prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) cuando la prueba ANOVA mostraba diferencias significativas. Todas las pruebas estadísticas se realizaron mediante el programa Minitab 16.

#### 2.4 Aberraciones cromosómicas estructurales en cultivo de linfocitos humanos

##### **Obtención de sangre y preparación de soluciones**

Las muestras de sangre se obtuvieron de dos donadores del sexo masculino de 22 y 25 años. Los criterios de inclusión fueron: ningún tipo de enfermedad, ningún tratamiento médico y ausencia de tatuajes. Se prepararon soluciones madre para ambos extractos de pigmentos a una concentración de 10/10 mL, las cuales se disolvieron en agua/etanol en proporción 9:1.

#### 2.5 Tratamientos y cultivo de linfocitos

Para determinar las concentraciones que se emplearon en los tratamientos se realizaron ensayos preliminares de citotoxicidad. Se seleccionaron las concentraciones finales que mostraron una toxicidad menor al 20 % sobre el índice mitótico (% IM). El procedimiento fue el siguiente: se prepararon nueve tubos Corning de plástico para el cultivo de linfocitos con una repetición cada uno. A cada tubo se le agregaron 5 mL de medio Biowest (RPMI 1640) con 0.1  $\mu$ L de fitohemaglutinina al 4 % (Microlab) más 0.5 mL de muestras de sangre heparinizada de dos donadores sanos. Las soluciones fueron incubadas a 37 °C. A las 48 h de iniciado el cultivo se les adicionaron 100  $\mu$ L de las siguientes concentraciones de pigmentos de tinta negra: primer tubo, 70 mg/mL; segundo tubo, 100 mg/mL; tercer tubo, 130 mg/mL. Respecto de la tinta blanca se utilizó el mismo volumen (100  $\mu$ L) para cada concentración, colocando en el tubo cuatro la dosis de 10 mg/mL; en el tubo cinco se agregó la dosis de 30 mg/mL, y en el tubo seis la dosis de 50 mg/mL. En este tiempo se agregaron al cultivo de linfocitos las concentraciones de tintas, porque es el momento en que se estabiliza el cultivo e inicia el proceso de división celular. Además, se designó al tubo siete como testigo negativo, al cual únicamente se le adicionó fitohemaglutinina. Además, se empleó otro testigo negativo correspondiente al tubo ocho en el cual los cultivos fueron sometidos a una solución de 100  $\mu$ L de agua/etanol en proporción 9:1 que correspondió. Finalmente, el tubo nueve se designó como testigo positivo, al cual se añadieron 200  $\mu$ L de bleomicina a una concentración de 13  $\mu$ g/mL. A las 70 h de iniciado el



cultivo se agregó 0.2 mL de colchicina al 0.05 % (Sigma). Durante todo este proceso los cultivos se incubaron a 37 °C.

### 2.6 Cosecha

A las 72 h se llevó a cabo la cosecha de células de linfocitos humanos de la siguiente forma: los tubos de cultivo con los tratamientos y los testigos se centrifugaron a 1500 rpm durante 10 min a temperatura ambiente. Se eliminó el sobrenadante de cada tubo e inmediatamente el botón se suspendió con solución hipotónica a 37 °C, dejándolo reposar durante 20 min en la incubadora. Transcurrido este tiempo se sacaron los tubos y se les agregó 1 mL de fijador frío Carnoy 3:1 (prefijación), se agitó por inversión y se centrifugó a 1500 rpm durante 10 min. Después se desechó el sobrenadante y el botón se suspendió nuevamente con 10 mL de fijador Carnoy y se agitó rápidamente por inversión (para no perder el botón por aglutinación). El paso anterior se repitió hasta completar tres lavados para después elaborar las laminillas, las cuales se hicieron por goteo a 1.0-1.5 m de altura, realizando como mínimo tres y dejándolas secar al aire. Finalmente, con la finalidad de distinguir cada cromosoma y observar en ellos alteraciones (p. ej., inversiones), las laminillas se procesaron para teñir las bandas G (tren: tripsina/amortiguador libre de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ /amortiguador libre de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ /Giemsa/agua).

### 2.7 Evaluación de la genotoxicidad e índice mitótico

Para el análisis de aberraciones cromosómicas, se utilizó la técnica de doble ciego a fin de eliminar la tendencia subjetiva de correlacionar los resultados entre los grupos experimentales y los testigos. Una vez realizadas las tinciones se observaron por cultivo 50 metafases con un rango de 44 a 47 cromosomas contabilizando las aberraciones detectadas.

El índice mitótico (IM) se determinó por medio del análisis de 1000 células estimuladas (inicio de división celular). La referencia que se tomó para determinar qué células entraban en división fue el aumento en el tamaño de sus núcleos y su tinción nítida; en cambio, los núcleos de células no estimuladas eran muy pequeños y presentaron coloración azul muy intensa cuando se observaron al microscopio (Husgafvel-Pursiainen, 1987). La fórmula para obtener el porcentaje de IM que se utilizó en el estudio fue  $\text{IM} = \text{núm. de metafases}/1000$  y  $\% \text{IM} = \text{IM} \times 100$ .



### 2.8 Análisis estadístico

El mismo procedimiento estadístico se realizó para el ensayo de micronúcleos, que consistió en la prueba de ANOVA de un factor y una prueba de comparación múltiple de Dunnett cuando fue requerida.

## 3 Resultados y Discusiones

### 3.1 Ensayo de micronúcleos

#### **Toxicidad**

Con el fin de evaluar el comportamiento tóxico de ambos pigmentos a dosis de 30, 60 y 90 mg/kg, se llevó a cabo la prueba de ANOVA para cada día (24, 48, 72, 96 y 120 h). Además, se evaluó si el medio agua-etanol en que se disolvieron los pigmentos también provocaba toxicidad (Fig. 1).

A las 24 h se obtuvo un valor de  $F_{obs} = 3.66 \geq 2.313$ , es decir, existen diferencias significativas con relación a la proporción de células policromáticas y normocromáticas. Sin embargo, la prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) indicó que solamente el tratamiento con pigmento blanco de 60 mg/kg mostró dicha diferencia.

A partir de los resultados de la prueba de ANOVA los valores fueron los siguientes:

a las 48 h:  $F_{obs} = 12.69 \geq 2.313$ ; a las 72 h:  $F_{obs} = 9.42 \geq 2.313$ ;

a las 96 h:  $F_{obs} = 12.58 \geq 2.313$ ; y a las 120 h:  $F_{obs} = 7.50 \geq 2.313$ .

Así pues, los valores promedio del % IM mostraron diferencias significativas y mediante la prueba de Dunnett ( $p < 0.05$ ) se observó que las tinta blanca y negra en sus tres dosis indujeron toxicidad con excepción del tratamiento de agua-etanol.

Por último, se realizó un análisis estadístico que contempló los cinco días de muestreo para observar el resultado global (Fig. 2). Los valores promedio del efecto toxicológico (Cuadro 1) evaluados de manera global mostraron un valor calculado de  $F_{obs} = 6.46 \geq 2.313$ , es decir, los valores promedio de los tratamientos presentaron diferencias significativas con relación a la proporción de células policromáticas y normocromáticas. La prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) indicó que los tratamientos expuestos a pigmentos fueron los que mostraron diferencias significativas.

#### **Genotoxicidad**

Los valores promedio para cada día de muestreo fueron los siguientes:

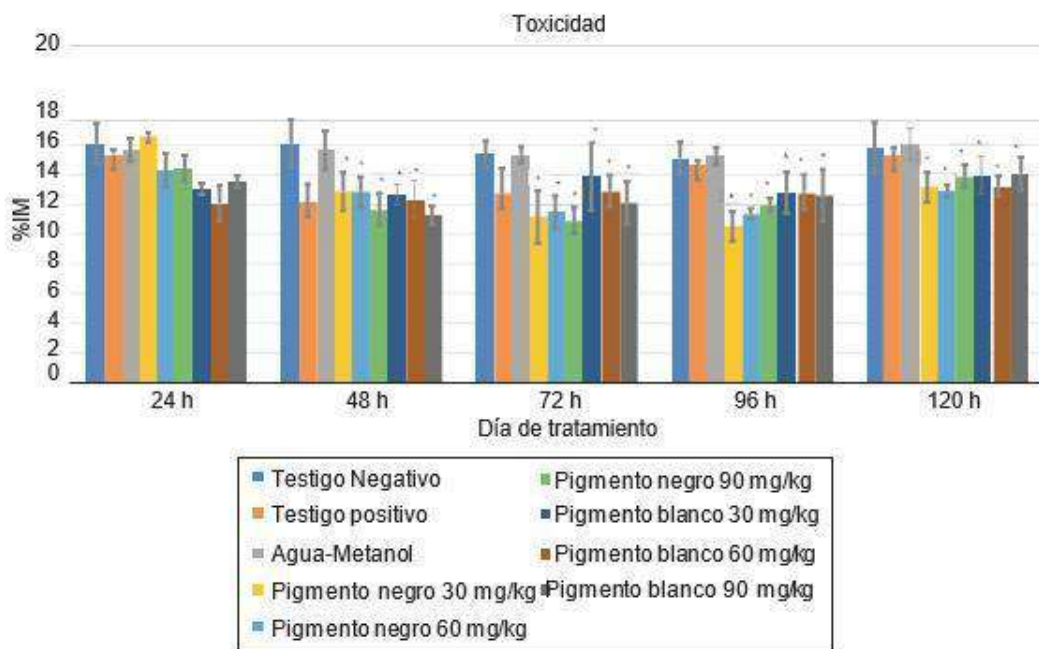


A las 24 h (Fig. 3) se obtuvo un valor de  $F_{obs} = 18.13 \geq 2.313$ , es decir, con diferencias significativas en la presencia de células policromáticas micronucleadas respecto del control negativo. La prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) indicó que sólo los tratamientos de pigmento negro de 60 y 90 mg/kg presentaron dicha diferencia significativa.

A las 48, 72, 96 y 120 h ( $F_{obs} = 22.24 \geq 2.313$ ;

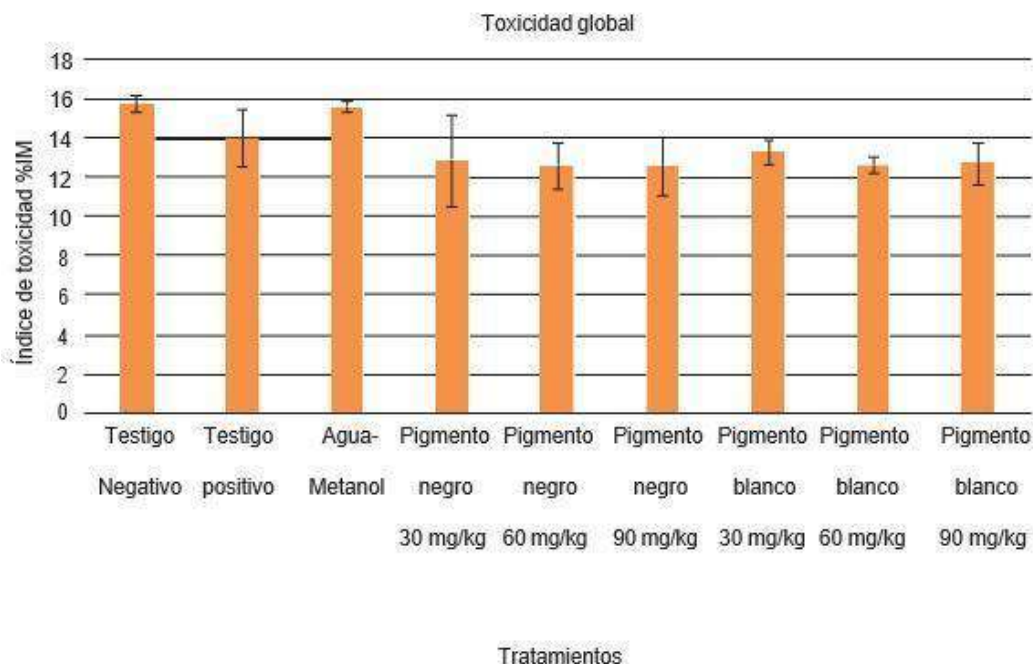
$F_{obs} = 19.88 \geq 2.313$ ;  $F_{obs} = 16.62 \geq 2.313$ , y  $F_{obs} = 35.98 \geq 2.313$ , respectivamente), los valores de la prueba de ANOVA indicaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Mediante la prueba de Dunnett ( $p < 0.05$ ) se puntualizó que todos los tratamientos con los pigmentos, a excepción del grupo tratado solamente con agua-etanol, generaron un aumento significativo de micronúcleos respecto al control negativo.

**Fig. 1** Se observan los valores de toxicidad para cada tratamiento durante los cinco días de muestreo. A las 24 h únicamente el pigmento blanco a 60 mg/kg indujo daño. De las 48 h en adelante todos los tratamientos con pigmentos indujeron toxicidad de las 48h en adelante todos los tratamientos con pigmentos indujeron toxicidad, siendo este efecto estadísticamente significativo. \*Tratamientos con diferencias estadísticamente significativas mediante comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2** Porcentaje de toxicidad global de cada día de muestreo para todos los tratamientos. Se observa que todos los tratamientos con pigmentos indujeron toxicidad respecto al testigo

\*Tratamientos con diferencias estadísticamente significativas respecto a la media del testigo negativo mediante comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ).



Como último análisis de la genotoxicidad se calculó el ANOVA de un factor contemplando los primeros cinco días de muestreo para observar un resultado global (Fig. 4). De este modo los valores promedio del efecto genotóxico (Cuadro 1) evaluados de manera global mostraron un valor calculado de  $F_{obs} = 11.19 \geq 2.313$ , confirmando diferencias estadísticas en la inducción de micronúcleos en eritrocitos de sangre periférica de ratón. Por ello se aplicó la prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ), la cual permite, mediante la comparación de los promedios de tratamientos con el promedio del testigo negativo, determinar qué tratamiento presenta una diferencia significativa. El resultado fue que todos los tratamientos de las tintas produjeron dichas diferencias estadísticamente significativas.

### 3.1 Cultivo de linfocitos humanos

#### Índice mitótico

Se obtuvo el índice mitótico para cada uno de los tratamientos, contemplado las muestras de ambos



donadores (Cuadro 1).

Los resultados del ANOVA ( $F_{obs} = 94.14 \geq 3.50$ ) mostraron que existen diferencias significativas entre los tratamientos. La prueba de comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) indicó que los tratamientos que presentaron diferencias respecto al testigo negativo fueron los tres tratamientos de los extractos de pigmentos de tinta negra y los tratamientos con pigmentos de tinta blanca con concentraciones de 30 y 50 mg/mL. Por lo anterior, se puede concluir que estos tratamientos son citotóxicos (Fig. 5).

### ***Aberraciones cromosómicas***

Los resultados del ANOVA ( $F_{obs} = 8.33 \geq 3.50$ ) mostraron diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1; Fig. 6). Mediante la comparación múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ) se determinó que el único tratamiento que mostró una diferencia estadísticamente significativa en la inducción de aberraciones cromosómicas estructurales fue el de pigmentos de tinta blanca de 10 mg/mL (Fig. 7).

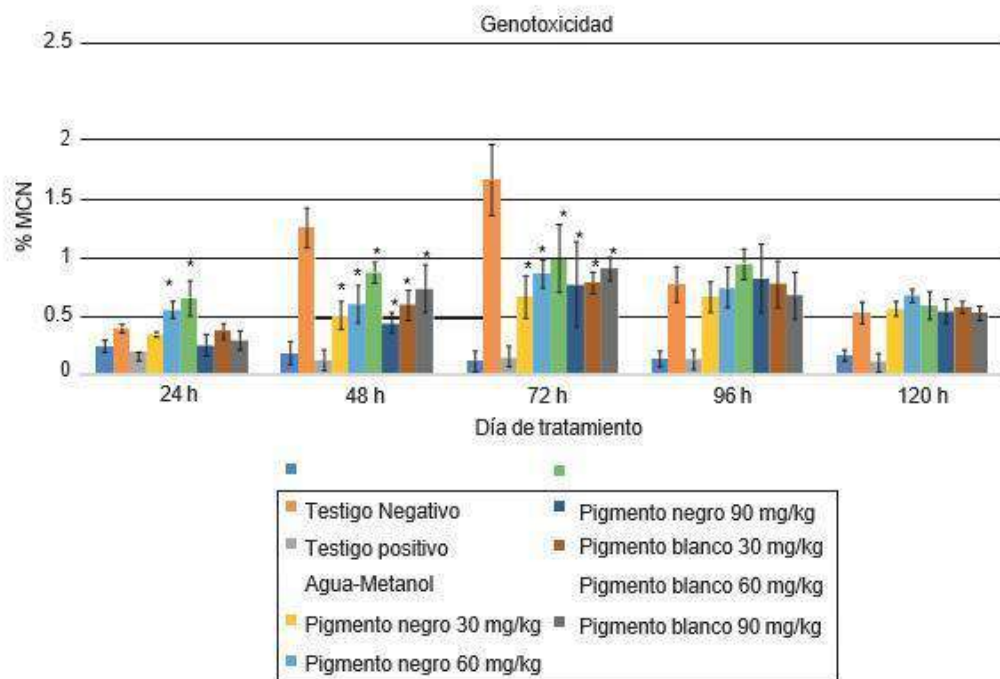
## **4 Conclusiones**

El ANOVA aplicado a los valores promedio de la proporción de células policromáticas y normocromáticas (toxicidad) dejó clara evidencia de que ambos pigmentos causan efecto citogenotóxico sobre las células sanguíneas del ratón CD-1, lo cual estaría asociado principalmente con los componentes químicos integrados en la elaboración de los pigmentos. Peta et al. (2015) determinaron la presencia de seis hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP): fenantreno, naftalen, fluoranteno, pireno y benzo(g,h,i)perileno, señalando que el fluoranteno presenta concentraciones mayores a las permitidas por el Consejo Europeo en cuanto a tintas de color negro. Por lo tanto, concentraciones altas de este HAP estarían relacionadas con su nivel de toxicidad, el estrés oxidativo y quizá la genotoxicidad provocada por la aplicación de la tinta negra en cultivo de bacterias y otros organismos. Los resultados del presente estudio son respaldados por las afirmaciones de estos investigadores en lo referente a que la tinta negra utilizada en el experimento provocó disminución en el porcentaje de la división celular (toxicidad) y daño clastogénico en células sanguíneas periféricas del ratón CD-1, efectos debidos a la alta concentración de HAP y quizá a la presencia de impurezas inorgánicas y orgánicas en la composición química de la tinta negra.

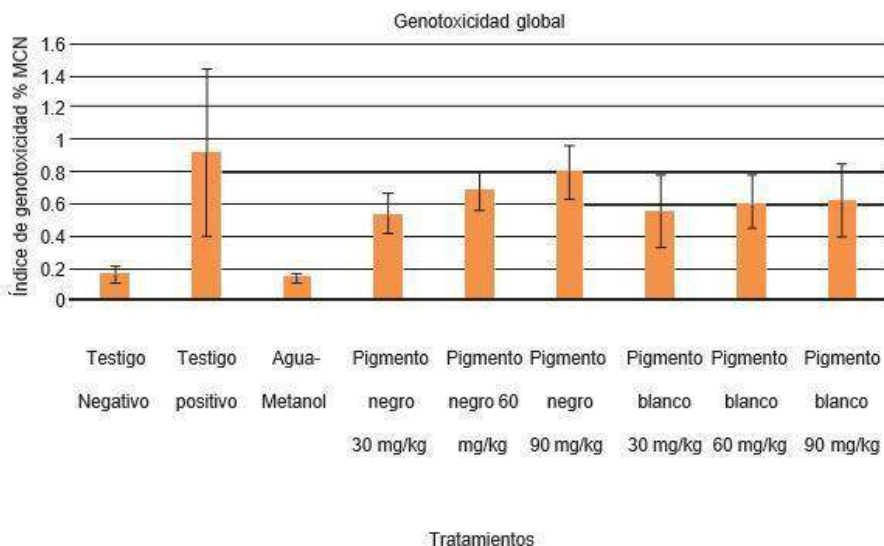
**CUADRO 1.** PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE TOXICIDAD Y GENOTOXICIDAD PARA CADA TRATAMIENTO EN SANGRE PERIFÉRICA DE RATÓN MA-CHO (*Mus musculus*) CD1 Y EN CULTIVO DE LINFOCITOS HUMANOS. DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ( $P < 0.05$ ) EN ANOVA DE UN FACTOR Y PRUEBA DE COMPARACION MÚLTIPLE DE DUNNETT (\*).

Tratamiento o ratón CD1	Toxicidad (% IM)	Desviación estándar	Genotoxicidad (% MCN)	Desviación estándar	Tratamiento cultivo de linfocitos	Toxicidad (% IM)	Desviación estándar	Genotoxicidad (número de aberraciones)	Desviación estándar
Testigo negativo	15.66	0.44	0.16	0.05	Testigo negativo fitohemaglutinina	17.35	0.35	17.35	0.35
Testigo positivo (ifosfamida)	13.99	1.48	*0.92	0.52	Testigo positivo bleomicina	10.1	0.42	*10.1	0.42
Agua/etanol	15.56	0.31	0.14	0.03	Agua etanol	16.95	0.07	16.95	0.07
Pigmento negro (30 mg/kg)	*12.80	2.32	*0.54	0.13	Pigmento negro 70 mg mL	*15.95	0.49	15.95	0.49
Pigmento negro (60 mg/kg)	*12.55	1.18	*0.68	0.12	Pigmento negro 100 mg mL	*14.60	0.28	14.60	0.28
Pigmento negro (90 mg/kg)	*12.56	1.51	*0.80	0.17	Pigmento negro 130 mg mL	*8.25	0.49	*8.25	0.49
Pigmento blanco (30 mg/kg)	*13.24	0.62	*0.56	0.23	Pigmento blanco 10 mg mL	16.60	0.42	16.60	0.42
Pigmento blanco (60 mg/kg)	*12.63	0.45	*0.61	0.16	Pigmento blanco 30 mg mL	*15.80	0.56	15.80	0.56

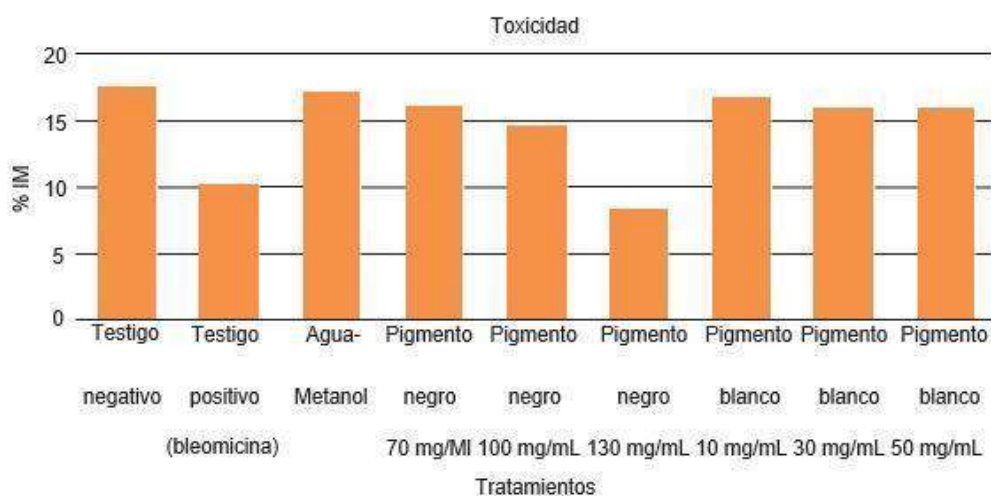
**Fig. 3** Se observa el valor del índice de genotoxicidad para cada tratamiento durante los cinco días de muestreo. A las 24 h sólo el pigmento negro a dosis de 60 y 90 mg/kg indujo aumento en la producción de micronúcleos, pero de las 48 h en adelante todos los grupos mostraron diferencias significativas respecto al control negativo. \*Tratamientos con diferencias estadísticamente significativas mediante comparación con el testigo negativo de acuerdo con la prueba múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ).



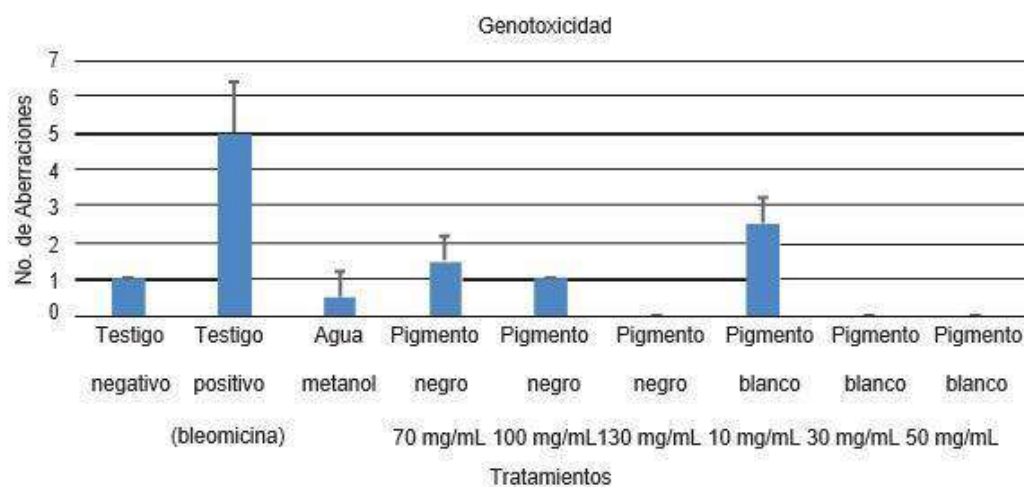
**Fig. 4** Índice de genotoxicidad global obtenido para cada tratamiento. Se observa que todos los tratamientos expuestos a pigmentos negros y blancos produjeron un aumento en la inducción de micronúcleos. \*Tratamientos con diferencias estadísticamente significativas en comparación con los datos promedio del testigo negativo de acuerdo con la prueba múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 5** Valores del índice mitótico para cada tratamiento en los cultivos de linfocitos. Se observa que todos los tratamientos expuestos al pigmento negro y los expuestos a 30 y 50 mg/ml del pigmento blanco produjeron disminución en la división celular respecto al testigo negativo. \*Tratamientos con diferencias estadísticamente significativas mediante comparación con datos promedio del testigo negativo de acuerdo con la prueba múltiple de Dunnett ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 6** Metafases observadas con aumento de 100 ×. No se observan alteraciones. (a) Control negativo, (b) pigmento negro (90 mg/kg) y (c) pigmento blanco (60 mg/kg).



De acuerdo con la literatura, el efecto genotóxico de cualquier agente químico comúnmente suele observarse 48 h después de su administración, lo cual se comprobó en este estudio (Hayashi et al. 2000, Flores et al. 2013). Sin embargo, el efecto mayor se detectó a las 72 y 96 h postratamiento. Esto podría deberse, por un lado, a que la vía de administración fue subcutánea, y por otro a que los HAP mencionados actúan como promutágenos, es decir, deben pasar por un proceso de metabolización. Cabe considerar que



específicamente el fluoranteno ha demostrado *in vitro* que aumenta la expresión de CYP 450, enzimas necesarias para la biotransformación de los promutágenos (Huang et al., 2012). Por lo tanto, este hidrocarburo contenido en la tinta negra podría estar implicado en su capacidad genotóxica sobre las células sanguíneas del ratón CD1.

La tinta blanca está elaborada primordialmente con dióxido de titanio (incluso en forma de nanopartículas) u óxido de zinc, plomo y cadmio (Eghbali et al., 2014). Estudios previos sobre la genotoxicidad de nanopartículas de dióxido de titanio no han demostrado que éste sea inductor de micronúcleos; sin embargo, otros estudios *in vitro* (ensayo de micronúcleos e intercambio de cromátidas hermanas) sí han demostrado puede inducir genotoxicidad (Chen et al. 2014). Los resultados del presente trabajo podrían estar asociados a la presencia de dióxido de titanio, plomo y cadmio contenidos en la tinta blanca, los cuales podrían ser los causantes del efecto citogenotóxico sobre los eritrocitos de la sangre periférica de ratón CD1.

En el caso de los cultivos de linfocitos humanos expuestos a concentraciones de tinta negra y tinta blanca, los tratamientos tuvieron un efecto citotóxico al disminuir las células en división; sin embargo, ninguno incrementó de manera significativa la generación de aberraciones cromosómicas.

En el caso específico de la tinta negra, su composición se basa en compuestos derivados de carbón y HAP, los cuales, como señalan Hogsberg et al. (2013) tienen la capacidad de provocar un aumento en la generación de especies reactivas de oxígeno, lo cual desembocaría en un aumento en la producción de estrés oxidativo: Esto, a su vez, podría verse reflejado en la generación de mutaciones puntuales y aberraciones cromosómicas. Se sabe que la mayoría de los HAP actúan como promutágenos, es decir, deben pasar por un proceso metabólico para tener la capacidad de inducir daño genético. En este caso los cultivos de linfocitos carecen de una fuente externa para la metabolización, por lo que no tienen la capacidad de activar los HAP, y éstos en consecuencia no pueden inducir daño genético detectable en los cultivos celulares. Por ello, a pesar de que la tinta negra contiene compuestos indeterminados, se deduce que el daño que podrían ocasionar se relaciona con los HAP. Como ejemplo, en el ensayo llevado a cabo en ratones machos, los cuales poseen una fuente de metabolización (el hígado), fue posible detectar micronúcleos. Por otro lado, las tres concentraciones de tinta negra produjeron una baja en el índice mitótico, lo cual es clara muestra de efecto citotóxico. Como señalan Peta et al. (2015), los HAP presentes en la tinta negra solo pudieron explicar un porcentaje muy bajo del estrés oxidativo generado, por lo cual dicha toxicidad podría derivarse de algunos de



los compuestos no identificados que forman parte de la composición química de la tinta. La tinta blanca, como ya se estableció, está conformada principalmente por dióxido de titanio u óxido de zinc y en algunos casos por plomo y cadmio. Chen et al. (2014) señalaron que las nano- partículas de dióxido de titanio tienen la capacidad de provocar daño genético mediante la generación de estrés oxidativo, aunque en este estudio no se detectaron aberraciones cromosómicas en el cultivo de linfocitos, lo cual indica que podría estar relacionado con el tamaño, forma y concentración de las nanopartículas. También se infiere que dentro de la tinta blanca hay compuestos no detectados que podrían desempeñar un papel en la inducción de daño genético, pero que antes tendrían que pasar por un proceso de activación metabólica. Además, Jagan et al. (2012) reportan que la capacidad de las nanopartículas de dióxido de titanio para provocar daño ocurre por la vía fotocatalítica, de ahí que la exposición a la luz sea necesaria para la producción de especies reactivas de oxígeno.

### Agradecimientos

Al posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México y al programa de becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo económico a través de la beca CVU:778963.

### Referencias

Albertini R.J., Anderson D., Douglas G.R., Hagmar L., Hemminki K., Merlo F., Natarajan A.T., Norppa H., Shuker D.E., Tice R., Waters M.D. y Aitio A. (2000). IPCS guidelines for the monitoring of genotoxic effects of carcinogens in humans. International programme on chemical safety. *Mutat. Res.* 463 (2), 111-172. [https://doi.org/10.1016/S1383-5742\(00\)00049-1](https://doi.org/10.1016/S1383-5742(00)00049-1)

Bäumler W., Vasold R., Lundsgaard J. y Talberg H. (2003). Chemicals used in tattooing and permanent make up products. En: Workshop on the technical/scientific and regulatory issues on the safety of tattoos, body piercing and related practices (Papameletiou D., Schwela D., Zenie A. y Bäumler W., Eds.). Ispra, European Commission, 21-48.

Beute T.C., Miller C.H., Timko A.L. y Ross E.V. (2008). In vitro spectral analysis of tattoo pigments. *Dermatol Surg.* 34 (4), 508-515. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2007.34096.x>

Calderón-Segura M.E., Gómez-Arroyo S., Villalobos- Pietrini R. y Espinosa-Ramírez M. (1999). In vivo and in vitro promutagen activation by *Vicia faba* of thiocarbamate herbicides molinate and butylate to products inducing sister chromatid exchanges in human lymphocyte cultures. *Mutat. Res.* 438 (2), 81-88.





[https://doi.org/10.1016/s1383-5718\(98\)00152-1](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(98)00152-1)

Chen T., Yan J. y Yan L. (2014). Genotoxicity of titanium dioxide nanoparticles. *J. Food Drug Anal.* 22, 95-104. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2014.01.008>

CONAPRED (2015). El uso de tatuajes no debe ser motivo de discriminación. Boletín de prensa. Consejo Nacional Para Prevenir la Discriminación, México [en línea]. [http://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=boletin&id=759&id\\_opcion=&op=213](http://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=boletin&id=759&id_opcion=&op=213) 12/06/ 2017

Eghbali K., Mousavi Z. y Ziarati P. (2014). Determination of heavy metals in tattoo ink. *Biosci. Biotech. Res. Asia* 11 (2), 941-946.

FDA (2007). Guidance for Industry and Other Stakeholders: Redbook 2000 Toxicological Principles for the Safety Assessment of Food Ingredients. U.S. Food and Drug Administration [en línea]. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/guidance-industry-and-other-stakeholders-toxicological-principles-safety-assessment-food-ingredients-0> 11/05/ 2017

Flores S., Barrera H., Frausto A., Chávez D., Hernández A., Herrera V. y Nájera L. (2013). Efectos citogenéticos de la fórmula comercial de una tableta antigripal en los eritrocitos de sangre periférica de ratón árabe (*Musculus Linnaeus*, 1758). *Biocyt.* 6 (20), 388-397.

Forte G., Petrucci F., Cristaudo A. y Bocca B. (2009). Market survey on toxic metals contained in tattoo inks. *Sci. Total Environ.* 407 (23), 5997-6002. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.034>

Forte G., Petrucci F., Cristaudo A. y Bocca B. (2009). Quantification of sensitizing metals in tattooing pigments by SF-ICP-MS technique. *Open Chem. Biomed. Meth. J.* 2, 42-47. <https://doi.org/10.2174/1875038900902020042>

Gómez-Arroyo S., Calderón-Segura M.E. y Villalobos-Pietrini R. (1995). Sister chromatid exchange in human lymphocytes induced by propoxur following plant activation by *Vicia faba*. *Environ. Mol. Mutagen.* 26 (4), 324-330. <https://doi.org/10.1002/em.2850260408>

Hayashi M., MacGregor J.T., Gatehouse D.G., Adler I.D., Blakey D.H., Dertinger S.D., Krishna G., Morita T., Russo A. y Sutou S. (2000). In vivo rodent erythrocyte micronucleus assay. II. Some aspects of protocol design including repeated treatments, integration with toxicity testing, and automated scoring. *Environ. Mol. Mutagen.* 35 (3), 234-252. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2280](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2280)

Hayashi M., Hamada S., Morita T., Wakata A., Asanami S., Hosoya S., Ozawa S., Kondo K., Nakajima M., Shimada H., Osawa K., Kondo Y., Asano N., Sato S., Tamura H., Yamaji N., Marshall R., Moore C., Blakey D. H., Schechtman L.M., Weaver J.L., Torous D.K., Proudlock R., Ito S. y Namiki C. (2001). Evaluation of the rodent micronucleus assay by a 28-day treatment protocol: Summary of the 13th collaborative study by The Collaborative Study Group for the Micronucleus Test (CSGMT)/Environmental Mutagen Society of Japan (JEMS)-Mammalian Mutagenicity Study Group (MMS). *Environ. Mol. Mutagen.* 37 (2), 93-110. <https://doi.org/10.1002/em.1017>



Heywood W., Patrick K., Smith A.M., Simpson J.M., Pitts M.K., Richters J. y Shelley J.M. (2012). Who gets tattoos? Demographic and behavioral correlates of ever being tattooed in a representative sample of men and women. *Ann. Epidemiol.* 22 (1), 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2011.10.005>

Hogsberg T., Jacobsen N., Clausen P. y Serup J. (2013). Black tattoo inks induce reactive oxygen species production correlating with aggregation of pigment nanoparticles and product brand but not with the polycyclic aromatic hydrocarbon content. *Exp. Dermatol.* 22 (7), 464-469. <https://doi.org/10.1111/exd.12178>

Huang M.C., Chen F.Y., Chou M.T. y Su J.G.J. (2012). Fluoranthene enhances p53 expression and decreases mutagenesis induced by benzo[a]pyrene. *Toxicol. Lett.* 208, 214-224. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2011.11.011>

Husgafvek-Pursiainen K. (1987). Sister-chromatid exchange and cell proliferation in cultured lymphocytes of passively and actively smoking restaurant personnel. *Mut. Res.* 190, 211-215. [https://doi.org/10.1016/0165-7992\(87\)90031-5](https://doi.org/10.1016/0165-7992(87)90031-5)

Jacobsen E., Tønning K., Pedersen E., Serup S., Hogsberg T. y Nielsen E. (2012). Chemical substances in tattoo ink. Survey of Chemical Substances in Consumer Products 116 [en línea]. <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2012/03/978-87-92779-87-8.pdf> 4/05/2018

Jugan M., Barillet S., Simon-Deckers A., Herlin N., Sauvagio S., Douki T. y Carriere M. (2012). Titanium dioxide nanoparticles exhibit genotoxicity and impair DNA repair activity in A549 cells. *Nanotoxicology* 6 (5), 501-513. <https://doi.org/10.3109/17435390.2011.587903>

Megías M., Molist P. y Pombal M.A. (2018). Atlas de histología vegetal y animal. Técnicas histológicas protocolos. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud, Facultad de Biología, Universidad de Vigo, España, 53 pp. [en línea]. <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-protocolos.pdf> 6/02/2018

Laux P., Tralau T., Tentschert J., Blume A., Al Dahouk S., Bäuml W., Bernstein E., Bocca B., Alimont A., Colebrook H., de Cuyper C., Dähne L., Hauri U., Howars P., Janssen P., Katz L., Klitsman B., Kluger N., Krutak L., Platzek T., Scott-Lang V., Serup J., Teubner W., Schreiber I., Willknif E. y Luch A. (2016). A medical-toxicological view of tattooing. *Lancet* 387 (10016), 395-402. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60215-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60215-X)

Peta N., Stalter D., Tang J. y Escher B. (2015). Bioanalytical evidence that chemicals in tattoo ink can induce adaptive stress responses. *J. Hazard. Mater.* 296, 192-200. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.04.051>

Wenzel S.M., Rittmann I., Landthaler M. y Baumler W. (2013). Adverse reactions after tattooing: review of the literature and comparison to results of a survey. *Dermatology* 226 (2), 138-47. <https://doi.org/10.1159/000346943>



## A IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS SANITARISTAS E AMBIENTAL

Bárbara Panisson Lopes<sup>1</sup>; Calina Grazielli Dias Barros<sup>1</sup>; Eduardo Augusto Putzke<sup>1</sup>; Gustavo Schefelbanis Araújo<sup>1</sup>; Thiago Augusto Formentin<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria; e-mail: barbaraplopes@hotmail.com

### RESUMO

As ações de origem antrópica vem contribuindo para a degradação de diversos cursos d'água. Nesse contexto, a educação ambiental pode ser utilizada para a conscientização da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e região, no sentido de mitigar a degradação dos recursos hídricos. Entre as ações previstas no curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, é possível destacar a disciplina de Avaliação da Qualidade da Água, a qual visa formar Engenheiros Sanitaristas e Ambientais capazes de avaliar as condições de cursos d'água. Assim, o objetivo do trabalho é apresentar os resultados obtidos das análises físico-químicas na Sanga Lagoão do Ouro no campus da UFSM, realizadas no âmbito da disciplina. Durante o segundo semestre de 2017 foram realizadas 5 coletas para a determinação dos teores de sólidos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), alcalinidade, acidez, dureza, cor, turbidez, condutividade, temperatura e pH. Baseado na comparação dos resultados com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº357 de 2005, a Sanga Lagoão do Ouro enquadrou-se em Classe 4. A disciplina de Avaliação da Qualidade da Água mostrou-se uma ferramenta eficiente na capacitação dos discentes para a realização das análises e interpretação dos resultados. Serviu também de alerta para a comunidade acadêmica, dada a baixa qualidade do curso d'água.

**Palavras-chave:** Qualidade da água; CONAMA 357/2005; Análises físico-químicas; Educação Ambiental.

## THE IMPORTANCE OF THE STUDY OF WATER QUALITY IN THE EDUCATION OF SANITARY AND ENVIRONMENTAL ENGINEERS



### ABSTRACT

The anthropic actions have been contributing to the degradation of several waterways. In this context, environmental education can be used to raise the awareness of the academic community of the Federal University of Santa Maria (UFSM) and region, in order to mitigate the degradation of water resources. Among the actions planned in the Sanitary and Environmental Engineering course, it is possible to highlight the subject Water Quality Assessment, which aims to train Sanitary and Environmental Engineers capable of assessing the conditions of waterways. Thus, the objective of this work is present results obtained from physicochemical analyzes at Sanga Lagoão do Ouro on the campus of UFSM, accomplished during the discipline. During the second semester of 2017, five samples were collected in order to determine the solids content, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), alkalinity, acidity, hardness, color, turbidity, conductivity, temperature and pH. Based on the comparison of the results with the Brazilian legislation, Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº357 de 2005, the watercourse called Sanga Lagoão do Ouro was classified as Class 4. The discipline of Water Quality Evaluation has proved to be an efficient educational mechanism which prepares students to perform analyses and interpret its results. It also was worn as alert for the academic community, given the poor quality of the watercourse.

**Key words:** Water quality; CONAMA 357/2005; Physicochemical Analyses; Environmental Education.

### 1 Introdução

A utilização da água pela humanidade visa atender o abastecimento das grandes cidades, atividades econômicas, agrícolas, industriais e sociais. O uso inadequado da água compromete os recursos hídricos. Atividades antrópicas, como o lançamento de efluentes nos corpos hídricos, podem influenciar negativamente o enquadramento de sua classe, segundo a Resolução do CONAMA, nº 357 de 2005.

Nesse contexto, a disciplina de Avaliação da Qualidade da Água é de grande importância na formação de engenheiros sanitaristas e ambientais, uma vez que tem o objetivo de conceituar, determinar e interpretar os principais parâmetros físico-químicos e biológicos para a caracterização de águas de abastecimento, naturais e residuais. Possuindo enfoque na importância ambiental, legislação e os principais aspectos teóricos e práticos envolvidos em suas amostragens e determinações analíticas.

Visto que, a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional,

devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, a disciplina de Avaliação da Qualidade da Água desperta os princípios da educação ambiental. Uma vez que os discentes entram em contato com análises dos parâmetros de qualidade, bem como suas interpretações correlacionando com os hábitos populacionais e a saúde do meio ambiente no qual estão inseridos.

Dessa forma, a Lei 9.795 de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, definindo a educação ambiental como um processo de construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, essencial para a qualidade de vida e sustentabilidade.

Nesse panorama, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados obtidos no desenvolvimento da disciplina de Avaliação da Qualidade da Água, na qual foram determinados os seguintes parâmetros: teores de sólidos, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), alcalinidade, acidez, dureza, cor, turbidez, condutividade, temperatura e pH.

## 2 Métodos

O córrego analisado foi a Sanga Lagoão do Ouro, localizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Devido a logística da disciplina, foram feitas 5 coletas em diferentes datas, a fim de analisar os parâmetros conforme a Tabela 1, utilizando os métodos descritos no APHA (2012).

**Tab. 1** Informações sobre as coletas e métodos.

Data	Parâmetro	Método
25/08	Sólidos	Gravimétrico
11/09	DBO	Winkler modificado pela azida de sódio
25/09	alcalinidade, dureza e acidez	Titulométrico
02/10	Cor, turbidez, condutividade, temperatura e pH	Colorímetro, turbidímetro, condutivímetro, termômetro, pHmetro
06/11	DQO	Titulométrico

## 3 Resultados e discussão

Os sólidos totais resultaram em 182,00 mg.L<sup>-1</sup>. Esse valor equivale ao somatório dos sólidos dissolvidos e sólidos suspensos. A concentração de sólidos suspensos foi de 11,40 mg.L<sup>-1</sup> e está

relacionada com a turbidez da água. Os sólidos dissolvidos apresentaram valor de  $170,60 \text{ mg.L}^{-1}$ , o qual influencia na cor, condutividade, alcalinidade, acidez e pH da água. Desta forma, os sólidos dissolvidos equivaleram a 93,74% dos sólidos totais presentes na sanga.

Os sólidos totais fixos apresentaram concentração de  $116,00 \text{ mg.L}^{-1}$  e os sólidos totais voláteis de  $66,00 \text{ mg.L}^{-1}$ . Os sólidos fixos representam a matéria inorgânica presente na sanga, que são as partículas de rochas, argila e siltes. Os sólidos voláteis representam a matéria orgânica presente na sanga.

Os sólidos suspensos fixos apresentaram concentração de  $2,80 \text{ mg.L}^{-1}$  e os sólidos suspensos voláteis  $8,60 \text{ mg.L}^{-1}$ . O grupo de sólidos dissolvidos fixos obteve valor de  $113,20 \text{ mg.L}^{-1}$ , enquanto que a concentração dos sólidos dissolvidos voláteis foi de  $57,40 \text{ mg.L}^{-1}$ .

O resultado da DBO foi de  $41,65 \text{ mgO}_2\text{.L}^{-1}$ . Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, esse parâmetro enquadra-se em classe 4. Esse valor pode estar relacionado a decomposição de animais próximo ao curso d'água, matéria orgânica natural do córrego, esgotos domésticos, escoamento superficial e drenagem urbana. A DQO resultou em  $140,93 \text{ mgO}_2\text{.L}^{-1}$ . O valor da DQO mostrou que existe uma carga de compostos inorgânicos não sujeita a biodegradação aproximadamente 3 vezes maior que a carga biodegradável, representada pela DBO.

A acidez foi de  $37,00 \text{ mg.L}^{-1}$ . Ela tem origem natural por meio do gás carbônico absorvido da atmosfera resultante de matéria orgânica, ou pode ser obtida através de atividades antrópicas como despejos industriais (ácidos minerais ou orgânicos). Piveli (2005) destaca que o gás carbônico não influencia a qualidade da água sob o ponto de vista da saúde pública. Os ácidos minerais na água são manifestados através de sabor azedo em concentrações baixas.

A alcalinidade foi de  $256,3 \text{ mg.L}^{-1}$ . Seus principais componentes são os sais do ácido carbônico. Eles não representam riscos à saúde pública, mas provocam alteração no sabor. Este parâmetro está ausente na Resolução CONAMA 357/2005. Pode ser relacionado com o pH, que está presente na referida resolução.

A dureza foi de  $47,75 \text{ mg.L}^{-1}$ . Segundo Silva (2015), esse valor indica dureza moderada, que condiz com a não observação de espuma no local. A dureza tem origem natural por meio da dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio e por atividade antrópica devido a despejos industriais. Quanto maior a dureza, menor a possibilidade de formação de espumas.

A temperatura foi de  $19,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Este parâmetro tem origem natural na troca de calor por radiação, condução e convecção (atmosfera e solo). O despejo de esgoto no curso d'água pode elevar o valor



deste parâmetro, servindo de indicativo de contaminação.

A condutividade elétrica do curso d'água foi de 228,9  $\mu\text{Scm}^{-1}$ . Esse parâmetro está diretamente relacionado com os sólidos dissolvidos. Um valor elevado da condutividade indica um potencial poluidor, podendo causar toxicidade de plantas e salinidade em excesso.

A turbidez resultou em 22 NTU. Esse valor enquadra-se na classe 1 da Resolução CONAMA 357/2005. Os sólidos em suspensão são responsáveis pela turbidez. Esse parâmetro pode ter origem natural e de atividades antrópicas. Quando de origem natural, são provenientes de partículas de rocha, argila e silte. Quando de origem antrópica, a turbidez pode ser advinda de despejos domésticos, industriais, erosão e microrganismos.

A cor da Sanga Lagoão do Ouro resultou em 236,6 uC. Este valor enquadra-se na classe 4 na resolução CONAMA 357/2005. Tem origem natural devido a decomposição da matéria orgânica, ou pode ter origem antrópica por meio de lançamentos de efluentes. Os sólidos dissolvidos equivaleram a 93,74% dos sólidos totais presentes na sanga. O que confirma que a cor apresenta uma classe pouco nobre. Já os sólidos suspensos são representados por 6,26%, confirmando que a água da sanga apresenta uma turbidez de classe nobre.

O pH foi de 7,27. Esse resultado enquadra-se em classe 1, segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Segundo Jesus e Souza (2013) tem-se uma água alcalina. O pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado através da adição de resíduos.

Percebeu-se que o córrego exalava um odor desagradável. As possíveis fontes do odor são matérias orgânica, águas eutrofizadas, floração de algas, fenol e cloro residual livre, metais, acidez, alcalinidade, cloreto, gases dissolvidos e efluentes industriais.

A Tabela 2 mostra os resultados em classes segundo a Resolução CONAMA 357/2005. Dentre os parâmetros analisados, somente sólidos dissolvidos, DBO, cor, turbidez e pH são previstos pela legislação, baseados nesses parâmetros a classe da Sanga Lagoão do Ouro foi enquadrada em classe 4. Nessas condições a sanga pode ter a função somente de harmonia paisagística.

**Tab. 2** Resultados

Parâmetros	Resultados	Classe
Sólidos Totais (mg/L)	182,00	-
Sólidos Suspensos (mg/L)	11,40	-
Sólidos Dissolvidos (mg/L)	170,60	Classe I
Sólidos Totais Fixos (mg/L)	116,00	-
Sólidos Totais Voláteis (mg/L)	66,00	-
Sólidos Suspensos Fixos (mg/L)	2,80	-
Sólidos Suspensos Voláteis (mg/L)	8,60	-
Sólidos Dissolvidos Fixos (mg/L)	113,20	-
Sólidos Dissolvidos Voláteis (mg/L)	57,40	-
DBO (7 dias) (mg/L)	41,65	Classe IV
DQO (mg/L)	140,93	-
Acidez (mg/L)	37,00	-
Alcalinidade (mg/L)	256,00	-
Dureza (mg/L)	47,75	-
Temperatura (°C)	19,50	-
Condutividade à 25°C (µS)	228,90	-
Turbidez (NTU)	22,00	Classe I
Cor (UC)	236,60	Classe IV
pH	7.27	Classe I

#### 4 Conclusão

A disciplina de Avaliação da Qualidade da Água possibilita adquirir conhecimento a respeito dos parâmetros e de suas respectivas técnicas de medição e interpretação de dados sobre os recursos hídricos da região.

Os parâmetros foram avaliados separadamente, com coletas destinadas singularmente para cada parâmetro e sob condições climáticas não similares. Essas condições contribuem para o aumento da incerteza dos resultados. Tendo em vista que as condições da sanga podem se alterar ao longo das semanas, o recomendado para que se obtenha uma maior proximidade dos dados com a real condição da sanga é que todos os parâmetros sejam determinados nas amostras de cada coleta. Assim, pode-se obter resultados mais precisos das alterações das características do corpo hídrico ao longo do semestre. Vale ressaltar que para fins de aprendizagem das técnicas de análises laboratoriais, essa lacuna temporal das análises não influenciou negativamente na capacitação dos discentes. Mesmo com o conjunto limitado de





amostras e parâmetros analisados, pode-se constatar que a sanga apresenta uma classe insatisfatória.

É necessário que pesquisas mais abrangentes sejam conduzidas ao longo dos corpos hídricos que envolvem o campus da UFSM. É importante que se tenha um maior conhecimento a respeito das condições dessas águas e que todas as fontes de contaminação sejam monitoradas. Uma alternativa viável para melhorar as condições da sanga seria cessar as emissões de efluentes provindos da universidade e bairros próximos.

### Referências

American public health association (APHA). (2012). Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 nd ed., Washington, DC.

Conama – Ministério do Meio Ambiente (2005). Resolução 357. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/re/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15/11/2017.

Piveli, R; kato, M (2006). Qualidade da água e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES.

Quege, K. E.; Siqueira, E. Q. (2005). Avaliação Da Qualidade

Da Água No Córrego Botafogo Na Cidade De Goiânia-GO. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

Sabesp (1977) – Norma técnica interna. NTS 004: DQO - Demanda Química de Oxigênio. São Paulo, SP. 8p.

Silva, C. M. da (2015). Ocupação irregular de região de nascente e binterferência na qualidade da água no Rio do Campo em Campo Mourão-PR. 2015.

Von Sperling, M. (1996). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG.



### **CÁLCULO DE SUSTENTABILIDADE E PLANO RESUMIDO DE GESTÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL NA CIDADE DO SALVADOR - BA**

Bárbara Cosenza Sanmartin<sup>1</sup>; Antonio Carlos Laranjeiras Sampaio<sup>1</sup>; Káthia Plathon Bezerra Lopes<sup>1</sup>;

Lídia Valadares Alexandria<sup>1</sup>; Juliana Freitas Guedes Rêgo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade 2 de Julho, e-mail: barbaracosenza@gmail.com.

#### **RESUMO**

Condomínios residenciais são grandes geradores de resíduos sólidos e consumidores de diversos recursos. Dentro dessa perspectiva, a questão ambiental para o gestor condominial, é uma agenda estratégica e necessária, visto que o equilíbrio do orçamento, redução de custos, otimização da operação, comprometimento com sustentabilidade e a responsabilidade socioambiental, são os pilares de uma boa gestão, e que contribuem diretamente para a valorização do patrimônio. O objetivo do trabalho foi calcular a sustentabilidade e elaborar um plano resumido de gestão ambiental de um condomínio-clubes, localizado no bairro Acupe de Brotas, na cidade de Salvador – BA. Como referencial teórico foi utilizado o conceito de Economia Circular, que tem uma visão sistêmica, cíclica e restauradora, e está pautado na redução, reutilização, recuperação, reciclagem de materiais e energia, visando promover a dissociação entre o crescimento econômico e o aumento no consumo de recursos. Foram utilizadas partes da metodologia estabelecida pelo Sistema Contábil Gerencial Ambiental (SICOGEA) no cálculo da sustentabilidade ambiental desse condomínio, identificando quais áreas estão com baixa eficiência, e esse resultado foi base para a elaboração do plano resumido de gestão ambiental, com proposta de melhorias e soluções. Para o plano foi utilizada a ferramenta gerencial 5W2H que elenca uma sequência de ações, como o que será realizado, por que, quando, onde, por quem, como e com qual custo. O resultado apurado, de acordo com o método adotado, teve um índice geral bom, o que demonstra que o condomínio já se encontra num patamar de cumpridor da legislação vigente, e que, além disso, busca valorizar o meio ambiente. Mas mesmo tendo alcançado um resultado satisfatório, o plano sugere algumas ações para que o gestor condominial consiga elevar o status de sustentabilidade do seu empreendimento. E que ele tenha como base, diretrizes para um plano diretor que extrapole a sua gestão, e possa ser continuamente seguido por outros síndicos.

**Palavras-chave:** Condomínios-clubes, Sustentabilidade, Economia Circular, SICOGEA, Gestão



Condominial.

## **SUSTAINABILITY CALCULATION AND SUMMARY ENVIRONMENTAL MANAGEMENT PLAN: A CASE STUDY IN A RESIDENTIAL CONDOMINIUM IN THE CITY OF SALVADOR - BA**

### **ABSTRACT**

Residential condominiums are major generators of solid waste and consumers of various resources. Within this perspective, the environmental issue for the condominium manager is a strategic and necessary agenda, since the balance of the budget, cost reduction, optimization of the operation, commitment to sustainability and socio-environmental responsibility, are the pillars of good management, and that directly contribute to the appreciation of the heritage. The objective of the work was to calculate the sustainability and elaborate a summary plan of environmental management of a condominium-club, located in the neighborhood Acupe de Brotas, in the city of Salvador - BA. As a theoretical reference, the concept of Circular Economy was used, which has a systemic, cyclical and restorative view, and is based on the reduction, reuse, recovery, recycling of materials and energy, aiming to promote the dissociation between economic growth and the increase in consumption. of resources. Parts of the methodology established by the Environmental Management Accounting System (SICOGEA) were used to calculate the environmental sustainability of this condominium, identifying which areas are with low efficiency, and this result was the basis for the elaboration of the summary plan of environmental management, with a proposal for improvements and solutions. For the plan, the 5W2H management tool was used, which lists a sequence of actions, such as what will be carried out, why, when, where, by whom, how and at what cost. The result obtained, according to the method adopted, had a good general index, which demonstrates that the condominium is already at a level of compliance with current legislation, and that, in addition, it seeks to value the environment. But even having achieved a satisfactory result, the plan suggests some actions so that the condominium manager can raise the sustainability status of his enterprise. And that it has as a basis, guidelines for a master plan that goes beyond its management, and can be continuously followed by other liquidators.

**Keywords:** Club Condominiums, Sustainability, Circular Economy, SICOGEA, Condominium



Management.

## 1 Introdução

O Brasil é um país urbano, de acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015, a maior parte da população brasileira, 84,72%, vive em áreas urbanas e 15,28% em áreas rurais. Esse recrudescimento do adensamento urbano, sobretudo nas grandes cidades, traz grandes concentrações populacionais e/ou de edificações que impactam diretamente na qualidade ambiental de um lugar.

No ano de 2007, o mercado imobiliário de Salvador estava bem aquecido com vários lançamentos imobiliários para aquele ano e os seguintes. Esse aquecimento foi engendrado por uma estabilidade econômica, demanda habitacional reprimida e facilidade de financiamentos imobiliários. Nesta ocasião, vários empreendimentos na modalidade residencial clube, mistos e multitorres foram lançados.

Os condomínios residenciais, sobretudo na modalidade clube, mistos e/ou com multitorres são grandes geradores de resíduos sólidos, e grandes consumidores de recursos naturais. Empreendimentos lançados dentro de uma visão sustentável e implantados com boas práticas ambientais deveria ser uma agenda das construtoras e administradoras. Mas infelizmente essa não é uma preocupação das empresas envolvidas nessa fase inicial, muitos projetos, inclusive, contêm falhas graves de atendimento às Normas Técnicas Brasileiras (NBR) e legislações da área, não conformidades, estas, que geram um imenso passivo para os condomínios, demandando grandes somas de recursos que são destinados a judicialização de causas de reparação ou para correções de vícios, quando poderiam ser destinados a ações de independência energética, e outras, que poderiam gerar economias para os próprios condôminos.

Com esse novo perfil de condomínios e um mercado consumidor bem heterogêneo, do ponto de vista cultural e socioeconômico, muitos desafios foram agregados à tarefa da gestão condominial. Não sendo a sustentabilidade o foco principal desses projetos, ficou a cargo dessas comunidades, e seus futuros gestores, a responsabilidade de buscar alternativas sustentáveis e viáveis do ponto de vista econômico-financeiro. Toda gestão e seus corpos diretivos, sabendo dos grandes impactos ambientais que esses empreendimentos podem vir a causar, devem estar comprometidos com a responsabilidade ambiental cumprindo a legislação vigente.

E para além do cumprimento das questões legais, precisam também diagnosticar, elaborar e implantar ações para mitigar esses impactos, seja de maneira preventiva ou corretiva. Uma alternativa viável é usar a economia circular, para revisar todos os fluxos operacionais do empreendimento, buscando uma gestão



mais eficiente nos usos de recursos naturais e na destinação dos resíduos gerados em todas as operações.

O presente trabalho tem como objetivos o cálculo da sustentabilidade do condomínio-clubes Pátio Jardins na cidade do Salvador - BA, bem como a elaboração de um plano resumido de gestão ambiental para o mesmo.

## 2 Métodos

Para a realização do cálculo de sustentabilidade foi utilizada, nesse estudo, a primeira fase da terceira etapa do Sistema Contábil Gerencial Ambiental (SICOGEA) desenvolvido por Pfitscher (2004) e aplicado à sustentabilidade condominial por Barcelos et al. (2012) e por Do Vale et al. (2020). Segundo Barcelos et al, (2012), “uma das vantagens do SICOGEA é a flexibilidade da sua aplicação para diferentes atividades. Destaca-se, ainda, a eficiência deste sistema na identificação dos pontos críticos quanto à sustentabilidade, além da estruturação de um plano de gestão ambiental composto de medidas de proteção, recuperação e/ou reciclagem.”

Com essa metodologia será possível, através da elaboração de uma folha de verificação, com critérios e subcritérios, diagnosticar os pontos críticos à sustentabilidade do empreendimento e mensurar um percentual de sustentabilidade para o condomínio estudado. A folha de verificação utilizada foi adaptada ao porte e perfil do condomínio, e nela foram considerados cinco critérios, a saber: 1) Legitimidade Documental; 2) Fornecedores de Produtos e Serviços Contratados; 3) Serviços Essenciais; 4) Administração do Condomínio e 5) Operação do Condomínio.

Os cinco critérios foram desmembrados em 68 subcritérios em forma de perguntas, onde no critério 1, contou com 22 subcritérios, que objetivam avaliar, de uma maneira ampla, se o condomínio além de estar devidamente legalizado (instituído e constituído), atende a todas as principais legislações do setor. O critério 2, foi composto por 10 subcritérios, que definem se a gestão na aquisição de produtos e serviços estão buscando empresas alinhadas e comprometidas com o meio ambiente. No critério 3, 23 subcritérios avaliam se o condomínio faz um consumo consciente de recursos como água e energia, sobre a geração e destinação dos resíduos da administração e condôminos, bem como se tem algum projeto de energia renovável. O critério 4, através de 9 subcritérios, analisa as diretrizes da gestão quanto ao consumo consciente dos insumos, indicadores implantados, responsabilidade social e ações de conscientização ambiental. No critério 5, quatro subcritérios foram considerados para avaliar o plano de manutenção, procedimentos e treinamentos da equipe, com objetivo de determinar o verdadeiro comprometimento do

condomínio com a sustentabilidade, mantendo os padrões estabelecidos nas diretrizes.

Cada pergunta conta com três possibilidades de respostas: A (adequado), D (deficitário) e N/A (não se aplica), conforme (Rosa et al, 2008). Contou também com um campo de observações dando a possibilidade de se registrar ações em andamento, ainda que o subcritério (pergunta) possa estar com status deficitário.

Os cálculos de sustentabilidade ambiental de cada critério são realizados com base na fórmula (Bacelo et al, 2012),  $QA$  (Total de subcritérios com resposta “A”) x 100 no numerador, e  $QTOTAL$  (total de questões) menos o  $QN/A$  (Total de subcritérios com resposta “N/A”) no denominador, conforme (equação 1) a seguir:

$$\text{Sustentabilidade} = \frac{QA \times 100}{QTOTAL - QN/A} \quad \text{Equação (1)}$$

A prioridade dos critérios é definida através dos percentuais obtidos com a aplicação da fórmula acima apresentada, do menor para o maior percentual. Para análise e qualificação dos resultados em cada critério utilizam-se os parâmetros estabelecidos na tabela 1.

**Tab. 1** Desempenho Ambiental. Fonte: adaptada PIERI, FREY e PFITSCHER, 2010.

RESULTADO	SUSTENTABILIDADE	DESEMPENHO: CONTROLE, INCENTIVO, ESTRATÉGIA
Inferior a 20%	Péssimo	Pode estar causando grande impacto
Entre 20,1% a 40%	Fraco	Poder estar causando danos, mas surgem poucas iniciativas
Entre 40,1% a 60%	Regular	Atende somente a legislação
Entre 60,1% a 80%	Bom	Além da legislação, busca valorizar o meio ambiente
Superior a 80%	Ótimo	Alta valorização ambiental

No que diz respeito ao plano resumido de gestão ambiental, será utilizada a sugestão de Pfitscher (2004), tendo como base a ferramenta 5W2H (*What? Why? When? Where? Who? How? How Much?*), que é uma ferramenta gerencial objetiva, composta por sete perguntas para responder às questões de déficit através de ações. Nesta ferramenta são previstos, o que será realizado, por que, quando, onde, por quem, como e com qual custo.

Esse plano será composto de ações de capacitação e qualificação, elaboradas para os critérios com índice crítico, e direcionadas à gestão a fim de elevar os indicadores de sustentabilidade obtidos através do cálculo da sustentabilidade a níveis ótimos, conferindo ao condomínio, dentro da metodologia aplicada, um conceito de alta valorização ambiental.



### 3 Resultados e Discussão

O condomínio escolhido para o estudo é um condomínio residencial clube finalizado em 2013, multitorres, localizado no bairro Acupe de Brotas, Salvador, Bahia. Possui seis torres, de 100 apartamentos cada, totalizando 600 unidades habitacionais e 1.800 moradores. Ocupa um terreno com área total de 27.660 m<sup>2</sup>, com uma área construída de 114.423 m<sup>2</sup> e 16.226 m<sup>2</sup> de área verde. Com uma estrutura de 28 áreas de lazer, 890 vagas privativas, 57 vagas de visitantes, 50 vagas para motocicletas, além de bicicletários.

O condomínio possui sistema de coleta interna em cada unidade, todos os dias, direcionando o resíduo, conforme separação para o armazenamento externo. Também possui coleta seletiva implantada, e, atualmente, dispõe de 17 lixeiras contêineres de 1.200l e 6 lixeiras de 500l para resíduo comum (capacidade armazenamento - três dias de coleta), e 20 lixeiras contêineres, de 1.200l, para resíduo reciclável (capacidade armazenamento - sete dias). Os tipos de resíduos recicláveis aceitos são papéis, vidros, plásticos e metais. Possui parceria com a Cooperativa de Catadores Agentes Ecológicos de Canabrava (CAEC) para coleta seletiva, que faz o recolhimento duas vezes por semana, e pela Prefeitura Municipal de Salvador, tem a coleta de resíduos comuns, três vezes por semana, realizada pela Empresa de Limpeza Urbana (LIMPURB).

Atualmente o condomínio conta com um quadro de 62 empregados orgânicos, sendo quatro administrativos, quatro supervisores de segurança, 22 seguranças, 10 porteiros, um monitorador de CFTV, um supervisor de limpeza, 16 serviços gerais e quatro manutencistas. A jardinagem é terceirizada com uma empresa que aloca cinco empregados no condomínio, e possui, como responsável técnico, um engenheiro agrônomo. Dispõe de contratos de manutenção de elevadores, de perícia de manutenção elevadores, de manutenção de piscina, de manutenção de sistemas/equipamentos diversos, de manutenção de academia, de manutenção de ar-condicionado, entre outros.

O corpo diretivo é composto por um síndico morador, um administrador terceirizado, seis conselheiros consultivos, três conselheiros fiscais. Conta ainda com uma plataforma de gestão integrada para condomínios, assessoria de uma empresa administradora que realiza a contabilidade, geração da folha de pessoal e pagamentos, uma empresa que realiza a auditoria mensal das contas, mais algumas comissões, dentre elas, uma de caráter permanente, a comissão de coleta seletiva, que foi formada desde as primeiras gestões, ainda na fase de implantação do condomínio.

A avaliação total consolidada de sustentabilidade, conforme Tabela 2, do condomínio estudado,

alcançou um índice de 68%, considerado bom pelo método adotado. Mesmo tendo alcançado esse desempenho, com a adoção de algumas ações previstas e outras propostas, a gestão poderá melhorar muito esse índice.

**Tab. 2** Sustentabilidade por Critério e Total. Fonte: DADOS DA PESQUISA, 2020.

CONSOLIDAÇÃO DOS CRITÉRIOS	RESULTADO %	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	PRIORIDADE
1) Legitimidade Documental	71%	Bom	3°
2) Fornecedores de produtos e serviços contratados	70%	Bom	2°
3) Serviços Essenciais	59%	Regular	1°
4) Administração do Condomínio	75%	Bom	4°
5) Operação do Condomínio	75%	Bom	5°
<b>Total Geral</b>	<b>68%</b>	<b>Bom</b>	

Analisando cada critério, temos:

*Legitimidade Documental* - obteve um índice de 71%, avaliado como bom, tendo dos 22 subcritérios analisados, seis numa condição deficitária. Ainda que seja um bom índice, alguns deles requerem um empenho maior da gestão, e engajamento dos condôminos, para resolverem as questões referentes ao registro da convenção e regimento, a fim de dar mais segurança jurídica ao condomínio contra terceiros. Necessita também dar prosseguimento ao processo de obtenção do Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), que é um item obrigatório.

*Fornecedores de Produtos e Serviços Contratados* - teve uma avaliação boa, com índice de 70%, 10 subcritérios avaliados, sendo três com resposta deficitária. A gestão precisará depurar mais os requisitos de homologação e avaliação de fornecedores, procedimentalizando-os e fazendo um alinhamento de acordo com as boas práticas de sustentabilidade. Na aquisição não há enfoque na busca de produtos recicláveis e biodegradáveis, e para isso ser possível, é importante realizar uma padronização de produtos, a fim de ter os critérios definidos para quem irá realizar pesquisas e cotações.

*Serviços Essenciais* - totalizou um índice 59%, é o critério mais crítico, com uma sustentabilidade regular, tendo 23 subcritérios e nove deficitários, dentre eles os de eficiência energética e hídrica. O condomínio consome 120mil kW/mês, e entre, consumo das unidades e áreas comuns, 8.400 m<sup>3</sup> de água. No tocante às fontes de energia renováveis, algumas ações já estavam previstas para serem votadas em assembleia, que chegou a ser convocada, mas devido aos decretos municipais restritivos quanto às





reuniões de pessoas, por conta da pandemia de COVID-19, precisou ser adiada.

*Administração do Condomínio* - ficou com um índice de 75%, mesmo índice obtido pelo último critério, mas foi considerado mais crítico, pois tem mais itens avaliados (9), e dois itens deficitários para tratar. Dentre os subcritérios que precisarão ser tratados, a implantação de indicadores de sustentabilidade tem um papel essencial para o acompanhamento e verificação da efetividade das ações que já foram e ainda serão implantadas.

*Operação do Condomínio* - alcançou um índice de 75%, com quatro subcritérios e um deficitário, denotando um bom desempenho, mesmo com toda a sua complexidade e alta demanda. Este critério está na última posição de prioridade, contudo será necessário levar adiante a implantação do plano de manutenção, pendente desde a implantação do condomínio, mesmo sendo um item crítico obrigatório.

O plano resumido de gestão ambiental elaborado, para o condomínio, engloba ações corretivas focadas nos subcritérios deficitários, dos critérios prioritários de intervenção, e ações baseando-se na melhoria contínua, que tratam os subcritérios deficitários dos critérios que alcançaram um bom desempenho.

Foram propostas 16 ações, desde as com maiores prazos para implantação até as de menores prazos, como: implantar um sistema de captação de água da chuva para reuso; adequar condomínio para poder realizar o licenciamento nos programas de IPTU Amarelo; e IPTU Verde; iniciar o processo de adequação do empreendimento para emissão do AVCB (Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros); implantar coleta de óleo residual; implantar coleta de lâmpadas; implantar coleta de lixo eletrônico; adequação à LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais); implantar sistema de gestão à vista - com indicadores de consumo, de desempenho de processos e sustentabilidade; elaborar e implantar plano de manutenção preventiva do empreendimento; adquirir produtos recicláveis; adquirir produtos biodegradáveis; programa de ações sociais à comunidade do entorno; contratar fazenda de energia solar; campanhas educativas e de conscientização ambiental dos empregados e condôminos; coletar assinaturas restantes necessárias para registro da convenção condominial e regimento interno.

Destas 16 ações, três já foram totalmente concluídas com a implantação das coletas de óleo residual parceria com a CAEC, que já faz a coleta dos outros resíduos recicláveis, e as lâmpadas e resíduos eletrônicos (todas as linhas, inclusive pilhas e baterias) parceria com a empresa Cicloteo. A ressalva do



resíduo eletrônico é quanto ao limite de dimensões, o máximo aceito é até um forno microondas por questões de espaço.

#### 4 Conclusões

Apesar do conceito de economia circular ter surgido desde 1989, muitas pessoas, empresas e entes públicos, por desconhecimento ou por conveniência, não aplicam seus princípios. Esse conceito atinge todo o ciclo de vida de tudo que é produzido. Mas quando na idealização e criação de um produto ele já não traz essa preocupação de ser algo sustentável, o trabalho para incluí-lo dentro de uma lógica circular, quando ele foi produzido na lógica linear, é muito maior.

O homem ainda vive como se os recursos não fossem limitados. Ao longo da história econômica, as sociedades sempre buscaram superar o problema da escassez frente aos seus ilimitados desejos, mas suas próprias condutas e escolhas geraram um modo de produção que está na contramão dessa premissa econômica. A economia linear, que ainda vigora, é extrativista, ineficiente, dispendiosa e esgota os recursos naturais, que são escassos e finitos.

O Condomínio estudado, por conta do seu grande porte, traz uma complexidade proporcional a ele, e isso exige dos síndicos e administradores além de conhecimento, preparo, engajamento e adesão da comunidade condominial quanto às ações de sustentabilidade. Implantar uma cultura de economia circular e de sustentabilidade, que evita desperdícios e faz uso consciente dos recursos, deve ser iniciada desde a gestão, disseminada pelos colaboradores, até atingir os condôminos/moradores.

Conforme o estudo, o empreendimento alcançou um índice global de 68%, o que confirma que ele já se encontra num patamar de cumpridor da legislação vigente, e que, além disso, busca valorizar o meio ambiente. Um condomínio sustentável, além de cumprir com sua responsabilidade ambiental e social, torna-se um ambiente melhor de se viver, mais valorizado, e conseqüentemente, esses benefícios refletirão no valor dos imóveis e patrimônio de cada condômino.

Com a implantação das ações propostas no plano resumido de gestão ambiental, constantes na planilha 5W2H, o síndico juntamente com o corpo diretivo terão um norteador para elevar o conceito do empreendimento. Algumas das ações propostas, não requerem investimentos financeiros, e outras, o desembolso é muito baixo, dependendo mais, de uma ação de gestão, do que de decisões da massa condominial em assembleia. As que requererão investimentos, mais significativos, e com horizonte de implantação de médio e longo prazo, devem compor o plano diretor do empreendimento, para que, as próximas gestões possam dar prosseguimento na execução dessas ações.



Como qualquer consciência, a ambiental também não é homogênea. Existem vários níveis de entendimento, consciência e senso de responsabilidade dentro dos condomínios. E o nível de sensibilização que o gestor precisa alcançar em relação aos moradores, estrategicamente deve começar pelo aspecto de economias, redução de custos que algumas ações poderão trazer. Assim, ele deixa um caminho propício, para melhor aceitação e concordância de ações voltadas para a sustentabilidade que requeiram investimentos.

As implementações de práticas e projetos sustentáveis precisam ser programadas, conforme plano de ação proposto, para serem alcançadas em níveis. E isso vai desde o planejamento das atividades administrativas, como o consumo de materiais em suas atividades internas, planejamento de aquisições, até as atividades operacionais, que a depender do porte e idade do empreendimento, podem ser muitas e complexas.

Nas atividades administrativas reduzir o alto gasto de papel é um grande desafio. A gestão condominial ainda depende muito de impressos. A legislação tributária, fiscal e trabalhista ainda obriga a manutenção de muitos arquivos, mantidos por tempo indeterminado.

Por outro lado, em outras atividades que não existe uma obrigação legal de manter documento físico, cabe a implantação de tecnologias para eliminar o excesso de papéis. Muitos aplicativos da área já dão essa possibilidade e os processos precisam ser pensados e implantados com esse objetivo.

A aquisição de insumos e serviços precisa ser criteriosa, implantando um procedimento de homologação e avaliação de fornecedores. Muitos produtos são comprados pelo sistema de simples tomada de preços, sem a avaliação de outros critérios, como o desempenho e a qualidade. Preço é uma das variáveis, que se avaliada sem um cruzamento com outras, pode resultar em decisões equivocadas. E esta também é uma forma de desperdício.

A contratação de prestadores que estejam alinhados com essas boas práticas é um grande desafio para o gestor. Em condomínio, sobretudo desse porte, são constantemente realizadas obras, manutenções e serviços diversos. E obras são uma das áreas onde mais se geram resíduos e desperdícios.

Outra forma mais consciente de gerir os recursos, evitando desperdício e desvio é fazendo um controle dos insumos. Eles, em sua grande maioria materiais de higiene e de expediente, requerem a manutenção de um estoque padronizado e enxuto. Devendo sempre optar por produtos com alta eficiência, biodegradáveis, e que, a depender da negociação e modelo de contrato de fornecimento, podem ter preços tão competitivos quanto os convencionais. Os materiais de aplicação direta, que são



comprados para utilização imediata, podem sofrer também desvios, demanda indevida e alto consumo, tanto quanto os estocáveis, sobretudo nos empreendimentos de grande porte.

A gestão das garantias de utensílios, equipamentos e serviços, bem como a gestão das manutenções (preventiva, preditiva e corretiva) adequadas dos equipamentos e sistemas de um empreendimento, também são formas de ampliar a vida útil desses recursos e de economia no médio e longo prazo.

Implantação de um programa de Gestão à Vista, com indicadores de desempenho de processos, de consumo (ex. energia, água das áreas comuns), ajuda no planejamento e controle de gastos, auxiliam na busca de soluções criativas de reuso com baixo custo. Importante convidar condôminos com essa expertise para auxiliarem em comissões, ações como esta são estratégicas e geram engajamento e compartilhamento das responsabilidades com a comunidade. Além das campanhas de consciência ambiental constantes, ações sociais, envolvendo empregados, prestadores e condôminos/moradores.

Todas estas recomendações estão alinhadas com o conceito de Economia Circular, e esta não deve ser pensada apenas por quem produz, ela é responsabilidade de todos os agentes de uma economia, inclusive quem consome. Uma gestão pautada no consumo consciente e responsável dos recursos é um grande diferencial. Sobretudo porque condomínios são grandes consumidores de recursos diversos e com grande potencial de poluição ambiental.

Conforme Blomsma e Brennan (2017), a economia circular se refere a “um enquadramento emergente em torno da gestão de resíduos e de recursos que visa oferecer uma alternativa às práticas lineares de eliminação de materiais, promovendo a noção de resíduos e de ciclo dos recursos. Neste sentido, estratégias como, mas não limitadas a reuso, reciclagem e remanufatura operacionalizam esse conceito.”

Pensar de forma sistêmica, tendo a lógica da economia circular como foco, exigirá de todos os gestores codominais muita preparação, muito estudo, poder de engajamento e comprometimento. Aquele gestor que não perseguir esse perfil de gestão estará obsoleto para o mercado, com grandes tendências de comprometer os ativos (patrimônios) sob sua responsabilidade.

O uso da metodologia SICOGEA viabilizou ao gestor do condomínio estudado, ter um retrato da atual condição de sustentabilidade do seu empreendimento, de forma muito objetiva, e possibilitará ao mesmo focar no que é mais prioritário. Ressaltando que o processo é de melhoria contínua, e que após a implementação de todas as ações contidas no plano resumido, muitas outras baseadas em novas alternativas poderão ser incluídas. O plano de gestão ambiental é dinâmico e deve ter caráter permanente.



### Referências

Bacelo, J., Uhlmann, V. O., Pfitscher, E. D., & de Souza, M. M. (2012). Sustentabilidade ambiental em condomínios: utilização do método SICOGEA para avaliar os aspectos e impactos ambientais em um condomínio residencial. *Revista Catarinense da Ciência Contábil*, 11(31), 72-83.

Blomsma, F.; Brennan, G (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity, *Journal of Industrial Ecology*, v 21, n 3, p 603-614. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jiec.12603>. Acesso: 25 de maio de 2020.

Pfitscher, E. D (2004)., *Gestão e Sustentabilidade Através da Contabilidade Ambiental: Estudo de Caso na Cadeia Produtiva de Arroz Ecológico*. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/87358>. Acesso: 20 de agosto de 2020.

Rosa, F. S. da, Pfitscher, E. D., Steiger, M. M., de Oliveira Nunes, J. P., & da Silva, G. J. (2008). A Implantação do SICOGEA-Sistema Contábil Gerencial Ambiental em um Hospital. In *Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC*.

Sanmartin, B. C. (2015). *Condomínios-Clube: Um Estudo de Caso sobre Fatores que podem Comprometer a sua Viabilidade Econômico-Financeira*. Orientador: Prof. M.Sc. Arismar Cerqueira Sodré. 30 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Católica do Salvador, Salvador-Bahia.

Vale, L. D., Rêgo, J. F. G., Oliveira, K. L., & Assunção, Z. D. S. (2020). O método SICOGEA como Cálculo de Sustentabilidade para Condomínios. *Meio Ambiente em Foco*, 11.