

# SOS nano- e microplastiche

Tossicità, strategie di gestione e prospettive future

di Chiara Lalla\*, Claudio Mucciolo\*\*, Michele Amorena\*

\*Facoltà di Bioscienze e Tecnologie agroalimentari e ambientali, Università degli Studi di Teramo

\*\* Dipartimento di Prevenzione – Area Sud, Servizio Igiene Alimenti di Origine animale, ASL Salerno

**Le principali responsabili dell'inquinamento da plastica sono le micro- e le nanoplastiche che derivano dalla frammentazione di rifiuti di vario tipo. Il tempo e l'erosione fanno sì che quelle presenti in mare si diffondano ed entrino nella catena alimentare. Studi scientifici hanno dimostrato che diverse specie di pesci, tra cui i molluschi e i frutti di mare, presentano tracce di nano- e microplastiche al loro interno. Oggi le medesime specie vengono a contatto anche con nuovi inquinanti plastici: i DPI utilizzati per contrastare il Sars Cov 2**

L'uso della plastica è aumentato in modo esponenziale negli ultimi anni. Le difficoltà nel riciclaggio e la bassa degradabilità determinano il suo accumulo nell'ambiente.

Nonostante la grande stabilità, la plastica è soggetta a erosione fisica e chimica con conseguente formazione di frammenti più piccoli (Clara Bollaàn Pastore, David Vicente Agull, 2020). Le materie plastiche sono state trovate in tutti i tipi di mezzi ambientali, tra cui l'acqua dolce superficiale e i sedimenti, le acque superficiali marine e il fondale marino, le acque sotterranee, il suolo e persino l'atmosfera (Alimi et al., 2018; Astner et al., 2019; Ng et al., 2018; Song et al., 2019; Hurley et Nizzetto, 2018; Prata., 2018; Carr et al., 2016; Eerkes-Medrano et al., 2015).

## Le microplastiche

Una volta rilasciate nell'ambiente, le particelle di plastica sono soggette a intemperie e frammentazione. Varie forze naturali, come quelle meccaniche dell'acqua, la radiazione ultravioletta (UV) e il metabolismo biologico portano alla frammentazione in particelle di plastica più piccole, vale a dire microplastiche (MP) e nanoplastiche (SP o NP). Si definiscono MP le particelle di plastica con le dimensioni che vanno da 1 µm a 5 mm (Schwaferts et al., 2019; Collignon et al., 2014; Browne et al., 2007). Per quanto riguarda le NP, c'è ancora dibattito sulla definizione. Alcuni studiosi parlano di nanoparticelle da 1 nm a 100 nm (Commissione

europea, 2011; Ivleva *et al.*, 2017), mentre altri hanno adottato l'intera gamma di nanometri (da 1 nm a 1.000 nm) (Schwaferts *et al.*, 2019; Gigault *et al.*, 2018; Da Costa *et al.*, 2016).

Le micro- e nanoplastiche (MNP), prodotte o realizzate con una varietà di tipi di plastica, sono onnipresenti nell'ambiente. Capire da dove provengono e dove vanno può aiutare notevolmente a studiare il loro impatto sull'ambiente e sulla salute umana.

### L'attenzione scientifica

L'esistenza di microplastiche e il loro potenziale impatto sulla fauna selvatica e sulla salute umana hanno ricevuto col tempo maggiore attenzione pubblica e scientifica (Betts, 2008; Galloway, 2015; Lusher, 2015a). A partire dal 1960, numerose pubblicazioni hanno descritto la presenza di frammenti di plastica negli uccelli (Fowler, 1987). All'inizio del 1970, le prime segnalazioni dei rifiuti di plastica negli oceani (Fowler, 1987; Carpenter *et al.*, 1972; Carpenter et Smith., 1972; Coe et Rogers, 2012; Colton *et al.*, 1974) hanno richiamato l'attenzione della comunità scientifica. Nel 1972, Carpenter e Smith divennero i primi ricercatori a lanciare l'allarme sulla presenza di pellet di plastica sulla superficie dell'Oceano Atlantico settentrionale (do Sul *et al.*, 2013).

Il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) ha definito "Marine Litter" o "Marine Debris" qualsiasi materiale solido scartato, fabbricato o trasformato, smaltito o abbandonato in ambiente marino o costiero. Questo consiste di oggetti che sono stati prodotti o utilizzati da persone e volutamente scartati nei fiumi o in mare o sulle spiagge o portate indirettamente al mare attraverso i fiumi, le acque reflue, l'acqua piovana o i venti, o accidentalmente persi, compreso il materiale disperso in mare in caso di maltempo (UNEP, 2009).

### Sorgenti e trasporto nell'ambiente marino

35.540 tonnellate di microplastiche su un minimo di 233.400 tonnellate di oggetti di plastica più grandi sono alla deriva negli oceani del mondo (Galgani *et al.*, 2015). Circa la metà della

popolazione mondiale risiede entro cinquanta miglia dalla costa, in questo modo le particelle di microplastiche entrano nell'ambiente marino attraverso fiumi e sistemi di acque reflue (Thompson., 2006). Le microplastiche utilizzate soprattutto nei prodotti cosmetici possono entrare nei corsi d'acqua attraverso sistemi di drenaggio domestici o industriali (Derraik, 2002). Mentre gli impianti di trattamento delle acque reflue faranno da trappola per le macroplastiche, una grande percentuale di microplastiche all'interno di stagni di ossidazione o fanghi di depurazione passeranno attraverso tali sistemi di filtrazione (Browne *et al.*, 2007; Fendall et Sewell, 2009; Gregory, 1996). Le materie plastiche che entrano nei sistemi fluviali, direttamente o all'interno di effluenti delle acque reflue o nei percolati di discarica, saranno poi trasportati verso il mare (Cole *et al.*, 2011). Il turismo costiero, la pesca sportiva e commerciale, le imbarcazioni marine e le industrie (ad esempio, l'acquacoltura e le piattaforme petrolifere) sono tutte fonti per le microplastiche. Queste vengono scartate lungo le spiagge e nelle località costiere (Derraik, 2002), ma possono anche provenire dallo spiaggiamento di materiali sulla terraferma e attraverso correnti oceaniche (Thompson, 2006). L'attrezzatura e le reti da pesca, che vengono facilmente scartate o perse, sono uno degli elementi più comune mente noti come fonte di microplastica in mare (Andrady, 2011).

I modelli oceanografici indicano che una gran parte delle microplastiche galleggianti raggiungono l'oceano e si accumulano in vortici simili a isole di plastica. Utilizzando satelliti tracciati (*drifter*), posizionati in tutto l'oceano Pacifico meridionale, Martinez *et al.* (2009) hanno mappato le traiettorie medie delle correnti oceaniche.

### L'arrivo nella catena alimentare

Un rapporto dell'ONU del 2016 ha documentato oltre 800 specie animali contaminate con plastica tramite ingestione o impigliamento, una cifra superiore del 69% a quella riportata in una revisione del 1977, che stimava solo 247 specie contaminate (UNEP, 2016, Murray F. *et al.*, 2011). Di queste 800 specie, 220 sono state trovate con detriti di microplastica ingeriti in natura (Lusher *et al.*, 2017).


© www.shutterstock.com
**35**

### *Specie sentinella*

Ad oggi, non è stata selezionata alcuna specie bersaglio per monitorare l'ingestione di microplastica. UNEP/MAP SPA/RAC (2018) ha identificato la Boga (Linnaeus, 1758) come possibile specie bersaglio per il monitoraggio delle tendenze di ingestione di microplastiche nelle acque costiere. Questa specie si adatta a diversi criteri ecologici e biologici stabiliti per la selezione di specie sentinella, come la disponibilità di informazioni di base, ampia distribuzione spaziale (Fossi et al., 2018; Bray et al., 2019) e l'insorgenza documentata di ingestione di microplastica (Neves et al., 2015; Nadal et al., 2016; Garcia-Garin et al., 2019). La Boga è un pesce demersale (vive e si nutre vicino al fondo del mare) semi-pelagico, gregario, abbondante e ampiamente distribuito dall'Atlantico orientale al Mediterraneo e al Mar Nero (Bauchot et Hureau, 1986). Abita tutti i tipi di fondali marini (sabbia, fango, roccia, alghe e letti di alghe) ad un raggio di profondità di 0-350

m (Froese e Pauly, 2019). Si nutre principalmente di plancton, alghe, spugne e piccoli crostacei associati all'erba marina *Posidonia oceanica* (Froese et Pauly, 2019). Inoltre, la specie è sfruttata sia dalla pesca artigianale che dalla pesca professionale (IREPA, 2009). Diversi autori la propongono come possibile specie bioindicatore di ingestione di microplastica (Nadal et al., 2016; UNEP/MAP SPA/RAC, 2018; Fossi et al., 2018; Bray et al., 2019; Garcia-Garin et al., 2019).

### *Ingestione e tossicità*

Analizzando la letteratura attualmente pubblicata si evidenziano i seguenti fattori per valutare un ruolo determinante di PPT (particelle plastiche) sul biota acquatico e costiero:

- concentrazione;
- dimensione delle particelle;
- tempo di esposizione;
- condizione delle particelle;

- condizione ambientale;
- tipo polimerico;
- specie;
- stadio di sviluppo;
- sesso.

La condizione delle particelle include forma, modifiche superficiali e agenti atmosferici. Le condizioni ambientali comprendono la disponibilità di cibo e fattori di stress come il carico di altri contaminanti, predatori, temperatura, pH e salinità.

Le microplastiche fungono da vettore per le sostanze chimiche negli organismi marini, comprese le specie di plancton (Andrady, 2011; Zarfl et al., 2016), trasportano gli inquinanti su vaste aree oceaniche (Zarfl et Matthies, 2010) e contaminano il biota marino quando vengono ingerite (Teuten et al., 2009, 2007; Tanaka et al., 2013). Mangiando le microplastiche contaminate, gli organismi sono sensibili ai danni fisici e alle dosi di sostanze inquinanti che non erano precedentemente accessibili da altre matrici, come ad esempio l'acqua di mare.

### Impatto sulla salute degli organismi d'acqua marina

Poiché gli oceani possono fungere da deposito definitivo per i rifiuti di plastica, numerosi studi incentrati sull'impatto delle MNP sulla salute hanno utilizzato animali marini non mammiferi come modelli di ricerca (Guzzetti et al., 2018; Franzellitti et al., 2019).

La maggior parte dei bivalvi sono alimentatori a filtri, tra cui ostriche, vongole, molluschi, cozze. Di conseguenza, mangiano particelle di plastica abbastanza piccole da accumularsi nei loro corpi e causare effetti nocivi sulla salute. Gli studi hanno scoperto che le particelle di plastica più grandi di 4 mm possono rimanere nel corpo della cozza blu e le particelle più piccole di 10 mm possono accumularsi nell'intestino ed essere assorbite nel loro sistema circolatorio (Bouwmeester H. et al., 2015 Riisgard HU et al., 2015). Inoltre, in un altro studio risulta che quando le larve di cozze blu (*Mytilus edulis*) sono state esposte con la stessa massa di particelle di plastica, l'assunzione di particelle di 2 mm era superiore alle particelle più piccole con diametro a 100 nm (Rist S. et al., 2019). L'assunzione differenziale di particelle di plastica

di dimensioni diverse può essere dovuta al fatto che le particelle di 2 mm sono state erroneamente ingerite come cibo (1-9 nm), mentre le particelle da 100 nm galleggiano nell'acqua ed entrano nel tratto digestivo passivamente con l'acqua. I risultati dello stesso studio hanno mostrato che, sebbene la crescita delle larve di cozze blu non sia stata influenzata, lo sviluppo anomalo è aumentato e la malformazione è apparsa in tutti i gruppi di trattamento (0,42 g/L, 28,2 g/L e 282 g/L) di entrambe le dimensioni di particelle di plastica (Rist S. et al., 2019). Un altro studio ha riferito che le ostriche adulte mangiavano microsfere PS (polistirene) e preferivano particelle da 6 a 2 mm alla concentrazione di esposizione di 0,023 mg/l (Cole M. et al., 2011) perché le particelle da 6 mm erano più simili per dimensioni e forma alla loro dieta (Cole M. et al., 2011). Nello stesso studio, si è visto che le MP ingerite hanno ridotto significativamente il numero di follicoli e la motilità dello sperma nelle ostriche, nonché la produzione e lo sviluppo di larve di prole dopo un esperimento di esposizione materna di 2 mesi (Cole M. et al., 2011). In diversi studi di esposizione a MNP sui bivalvi, è stata osservata una diminuzione dei periodi di apertura valvare, bassa produzione (Rist et al., 2016), tempo di insediamento (Lo e Chan, 2018), gametogenesi (Gardon et al., 2018), sopravvivenza (Rist et al., 2016), numero di oocisti e diametro, velocità e sviluppo dello sperma (Sussarellu et al., 2016), crescita (Gardon et al., 2018), efficienza di assimilazione (Gardon et al., 2018), disintossicazione, perossidazione lipibile (Paul-Pont et al., 2016) e un aumento della glicolisi, della mortalità emocita-/granulocita, enzimi correlati al glutathione (Paul-Pont et al., 2016), dilatazione tubolare, anomalie, necrosi tessuto/tessuto, consumo energetico/alimentare (Van Cauwenbergh et al., 2015) e interruzione endocrina. La respirazione è stata aumentata o diminuita (Rist et al., 2016).

In 48 pubblicazioni sui crostacei, i tipi di polimeri utilizzati per valutarne gli effetti di esposizione erano PS (polistirolo) (28 studi), PE (polietilene) (13), PET (tereftalato di polietilene) (4), PP (polipropilene) (3), PMMA (polioltico teflon, gomma biodegradabile) (2), PA (poliammide) (2), particelle di pneumatici per auto (1), polimeri non identificati (1) o miscele (1) in dimensioni da 20 nm a 5 mm. Le tre diverse forme utilizzate

negli allevamenti sperimentali erano perline, frammenti e fibre. L'aragosta norvegese maschio (*Nephrops norvegicus*) è stata alimentata con fibre PP per otto mesi, sono stati segnalati tassi di alimentazione ridotti, massa corporea e deposito di lipidi. In contrasto con questo, nell'isopode marino *Idotea marginata* esposto a fibre di poliammide per 1,5 mesi per 28 giorni, Burkhardt-Holm (2016) hanno segnalato una riduzione dell'efficienza di assimilazione (Blarer e Burkhardt-Holm, 2016). Insieme, i dati ci dicono che le fibre più grandi hanno un impatto negativo sull'esoscheletro, ma non in tutte le condizioni.

#### *Impatto sulla salute degli organismi d'acqua dolce*

Il pesce zebra (*Danio rerio*) è un tipo di pesce d'acqua dolce ornamentale ed è stato ampiamente utilizzato come modello di vertebrato nella ricerca tossicologica. Le capacità di assorbimento e di accumulo del pesce zebra sono state esaminate con un'esposizione di 7 giorni a MNP di 70 nm e 5 mm alle concentrazioni di 20 mg/l. I risultati hanno dimostrato che sia le NP di 70 nm che MP di 5 mm possono indurre infiammazione e accumulo di lipidi nel fegato. Nel frattempo, i cambiamenti dello stress ossidativo e del metabolismo energetico dei lipidi sono stati osservati analizzando l'aumento o la diminuzione di alcune attività enzimatiche (Lu et al., 2016).

#### *Effetti sulla salute dei mammiferi*

Recentemente, i ricercatori hanno iniziato a utilizzare modelli animali di mammiferi per prevedere l'impatto potenzialmente dannoso delle MNP sulla salute umana. Per quanto riguarda le NP, Rafiee et al. hanno analizzato l'effetto dell'esposizione a lungo termine sul comportamento neurale nei ratti. I ratti adulti maschi Wistar sono stati esposti a NP a 10 mg/kg di peso corporeo/giorno. Le particelle avevano un diametro medio di 38,92 nm e sono state esposte per via orale per 5 settimane. I risultati hanno indicato che non sono stati notati effetti comportamentali significativi in tutti i test neuro-comportamentali. Tuttavia, sono stati

osservati alcuni effetti tossici, come la diminuzione delle attività locomotorie (Rafiee et al., 2018). Sulla base dei risultati ottenuti da modelli animali di mammiferi, è ragionevole supporre che le particelle di plastica possano eventualmente accumularsi e influenzare la salute umana. Un numero limitato di studi su roditori in vivo e cellule umane in vitro hanno dimostrato che le MNP possono avere effetti negativi sul sistema immunitario. Gli effetti tossici delle NP sulle cellule umane includono l'up-regolazione indotta delle citochine coinvolte in patologie gastriche (Forte et al., 2016), interruzione del trasporto del ferro (Mahler et al., 2012), induzione di apoptosi (Inkielewicz-Stepniak et al., 2018), stress da reticolo endoplasmico (Chiu et al., 2015) e stress ossidativo (Ruenraroengsak e Tetley, 2015). L'inalazione, l'esposizione dermica e l'ingestione sono potenziali vie di esposizione umana delle NP.

#### *La plastisfera*

Studi precedenti indicano che molti batteri possono attaccarsi o crescere su varie superfici di plastica in un ambiente acquatico. Il concetto di "plastisphere" (plastisfera) è stato proposto sulla base dell'osservazione che le materie plastiche funzionano come habitat e sono rapidamente colonizzate da microrganismi marini (Amaral-Zettler et al., 2020; Zettler et al., 2013). La plastifera è lo strato di vita microbica che si forma intorno a ogni pezzo di plastica galleggiante. Le materie plastiche possono non solo servire come un nuovo microhabitat per la colonizzazione di biofilm, ma anche aumentare la probabilità di propagazione di agenti patogeni. Le prove hanno dimostrato che le plastiche galleggianti negli ecosistemi acquatici possono fungere da vettori (un mezzo di trasporto) per agenti patogeni come *Vibrio* (Zettler et al., 2013) e *Pseudomonas* (Wu et al., 2019). Le microplastiche sono come delle "biglie", minuscole per noi, ma gigantesche dalla prospettiva di un microrganismo, che trova quindi un'ampia superficie dove insediarsi e proliferare. Sulle microplastiche molti batteri formano dei biofilm, ossia crescono sotto forma di aggregati uniti tra loro da una matrice extracellulare gelatinosa:



© www.shutterstock.com

un ambiente umido e ricco di sostanze nutritive. Questi batteri sono particolarmente inclini agli scambi intercellulari e al trasferimento genico orizzontale. In altre parole, possono scambiare tra di loro anche il materiale genetico, compresi i geni della resistenza agli antibiotici.

### Effetti adsorbenti delle MNP

Gli studi attuali suggeriscono che le sostanze chimiche pericolose possono essere adsorbite sulle MNP e che questi inquinanti adsorbiti potrebbero essere di molti ordini di concentrazione superiori a quelli rilevati nell'ambiente circostante (Deng *et al.*, 2017). Inoltre, nuovi studi supportano la possibilità che le sostanze chimiche adsorbite presentino più tossicità rispetto alla sola sostanza chimica pura (Deng *et al.*, 2017).

### Metalli pesanti

A differenza dei contaminanti organici, i metalli pesanti non possono essere degradati. (O'Connor *et al.*, 2020; Hou *et al.*, 2020). Ciò comporta sicuramente il loro bioaccumulo lungo la catena alimentare: una grave minaccia per la salute umana (Butt *et al.*, 2018; Tian *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2020a, 2019).

L'esposizione degli organismi viventi a tali inquinanti inorganici è in costante aumento se si considerano le interazioni delle microplastiche, vettori stessi dei metalli, con il biota (Wagner *et al.*, 2020 Jambeck *et al.*, 2015).

Holmes *et al.* (2012) hanno studiato la capacità delle microplastiche vergini e invecchiate di adsorbire i metalli. I pellet di produzione di plastica sono stati raccolti da spiagge e sedimenti dell'Inghilterra sud-occidentale

e hanno rivelato concentrazioni variabili di metalli traccia (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Cd e Pb) che, in alcuni casi, hanno superato le concentrazioni riportate per i sedimenti di estuario locali. Infatti, diversi fattori e variabili possono influenzare l'interazione tra metalli e microplastiche, come l'alterazione della superficie plastica esposta agli agenti atmosferici, l'aumento della rugosità delle particelle invecchiate rispetto ai materiali vergini e la più rapida decomposizione delle particelle più scure (Campanale *et al.*, 2019). Tutti questi componenti accelerano i processi di degradazione delle microplastiche, creando siti anionici e attivi che aumentano l'interazione delle particelle con i metalli pesanti (Wang *et al.*, 2019).

### L'Europa e il problema della plastica in mare

La consapevolezza del ruolo che la plastica ha nella crisi ambientale sta crescendo ampiamente nella società: l'87% dei cittadini europei, infatti, si dice

preoccupato dall'impatto sull'ambiente causato dalla plastica (<https://ec.europa.eu/commission/sites>). Il lavoro dell'alleanza "Rethink Plastic" – un'alleanza di ONG europee con un obiettivo comune: un futuro libero dall'inquinamento da plastica – consiste nel convincere l'UE ad andare oltre le preoccupazioni e a iniziare a introdurre politiche urgenti e importanti per regolamentare l'intero ciclo della plastica, lungo tutta la sua catena di produzione e utilizzo. La vasta presenza di plastica nei mari, nei corsi d'acqua, nei fiumi, nelle spiagge e nell'acqua potabile è uno dei grandi campanelli di allarme che evidenziano la portata della problematica. La plastica sta vincendo la guerra contro la nostra acqua pulita e ogni anno circa 8-13 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica finiscono dalla terra nel mare (<https://surfrider.eu>).

L'alleanza Rethink Plastic è formata da dieci ONG europee che rappresentano migliaia di gruppi



attivi, sostenitori e cittadini di tutta Europa. La sfida è quella di utilizzare la competenza politica e tecnica per lavorare con i decisori europei per progettare e fornire strategie per un futuro libero dall'inquinamento da plastica.

### Plastica e Covid-19

Si ritiene che l'inquinamento da plastica sia una minaccia di confine planetario, in quanto è irreversibile (bassa degradazione, impossibilità di recuperare tutte le materie plastiche) su scala planetaria e rischia di interrompere i processi del sistema terrestre, o avendo effetti negativi sugli ecosistemi o alterando le proprietà fisico/chimiche dell'ambiente (Avery-Gomm *et al.*, 2019). Il ciclo di vita delle materie plastiche e dell'inquinamento da plastica contribuisce direttamente al cambiamento climatico e ha un impatto negativo sulla perdita di biodiversità (Walker *et al.*, 2018).

Ridurre gli input dei rifiuti di plastica mediante la riduzione delle risorse e la gestione dei rifiuti è una

delle soluzioni più preziose per ripristinare gli oceani (Jambeck *et al.*, 2015; Brennholt *et al.*, 2018; Löhr *et al.*, 2017; Vince *et al.*, 2016; Al-Salem *et al.*, 2009). Un sistema integrato di gestione dei rifiuti, incentrato sulla gerarchia delle quattro R (Ridurre, Riutilizzare, Riciclare, Recuperare) e sul migliorare il ciclo di vita delle materie plastiche, è importante per ridurre i consumi di energia e risorse, evitare le emissioni nocive (Schneider *et al.*, 2015; Calcott *et al.*, 2000) e ridurre le quantità di rifiuti di plastica mal gestiti che raggiungono gli oceani.

### Cosa dobbiamo sapere sui DPI associati alla pandemia

La pandemia di Covid-19 in corso ha determinato l'aumento di utilizzo di plastica monouso in tutto il mondo, essendo la maggior parte di essa sotto forma di dispositivi di protezione individuale (DPI) (Patrício Silva *et al.*, 2021; Prata *et al.*, 2020). Questo evento ha posto nuove sfide alla gestione convenzionale dei rifiuti al fine di affrontare la



produzione, l'uso e lo smaltimento massiccio di MNP (Rhee, 2020; Saadat *et al.*, 2020; Vanapalli *et al.*, 2021). Recenti relazioni hanno evidenziato la presenza di DPI nell'ambiente marino (Stokes, 2020), che continuerà ad esacerbarsi nel tempo. Si tratta di una forma allarmante, ma poco compresa, di inquinamento da plastica che ha sollevato gravi preoccupazioni.

Lo studio *"The effects of COVID-19 litter on animal life"*, pubblicato su *"Animal Biology"* da un team di ricercatori olandesi del Naturalis Biodiversity Center e delle Università di Leiden e Radbound, conferma che le mascherine e i guanti progettati per proteggerci dal Sars Cov 2 sono pericolosi per gli animali che vivono vicino a noi e avverte che *"in tutto il mondo, sulla terra e nell'acqua, gli animali ingeriscono i rifiuti del Sars Cov 2 o vi rimangono impigliati"* (greenreport.it).

Il loro destino varierà a seconda di queste caratteristiche. Come osservato da altri tipi di inquinanti plastici, si prevede che alcuni elementi dei DPI rimarranno nell'ambiente per lunghi periodi di tempo, probabilmente soggetti a correnti oceaniche superficiali, mentre altri potrebbero essere sepolti nei sedimenti, diventando infine parte della documentazione geologica (De La Torre *et al.*, 2021). L'enorme aumento dell'uso di DPI, come guanti, maschere per il viso e camici, da parte degli operatori sanitari, dovuto alla pandemia genera una notevole quantità di rifiuti di plastica (OMS, 2016). Secondo un rapporto del WWF, *"se solo l'1% delle mascherine fosse smaltito in modo errato e disperso in natura, ciò comporterebbe fino a 10 milioni di mascherine al mese che inquinano l'ambiente"* (Italia WWF, 2020).

### La normativa sulla plastica nell'era del Covid-19

Una delle conseguenze della crisi da Covid-19 è stata la riduzione del riciclaggio meccanico delle plastiche di scarto in alcune grandi città del mondo. Ad esempio, alcune degli Stati Uniti hanno temporaneamente sospeso i programmi di riciclaggio temendo i rischi di rifiuti contaminati nei centri di riciclaggio (Kaufman e Chasan, 2020). Il Regno Unito ha sospeso la tassa sui sacchetti di plastica per le consegne online, mentre la Scozia ha ritardato il previsto sistema di restituzione dei

depositi di imballaggio (Dipartimento per l'Ambiente Alimentazione e Affari Rurali, 2020). Il governo del Sud Australia ha anche deciso di respingere il divieto di alcune plastiche monouso che consentono a ristoranti e caffè di utilizzare articoli usa e getta per migliorare l'igiene durante la pandemia (Dayman, 2020). Anche alcune delle catene di fast food e vendita al dettaglio, tra cui Starbucks, hanno vietato l'uso di tazze riutilizzabili e contenitori per alimenti e si sono temporaneamente spostate verso gli usa e getta (Johnson, 2020).

I lobbisti di plastica negli Stati Uniti stanno cercando di cogliere la crisi sostenendo la plastica monouso come opzione definitiva per mantenere l'igiene e una maggiore durata di conservazione per i prodotti freschi (Associazione dell'industria della plastica, 2020). Anche i produttori di plastica in Paesi come la Turchia, la Germania e l'Italia stavano cercando di esercitare pressioni sui rispettivi governi (Lerner, 2020). Tuttavia, la maggior parte delle giurisdizioni del mondo con notevoli divieti o tasse sugli imballaggi in plastica monouso hanno mantenuto le loro politiche. Motivati dalle preoccupazioni per l'ambiente e per la salute delle persone, diversi Stati membri dell'UE hanno già emanato o proposto divieti nazionali sugli usi internazionali delle microplastiche nei prodotti di consumo. I divieti riguardano principalmente l'uso di microgranuli nei cosmetici che vengono lavati via dopo l'uso e in cui le microplastiche hanno il ruolo di agenti abrasivi e leviganti. Tra questi c'è Italia, dove dal 1° gennaio 2020 è vietato mettere in commercio prodotti cosmetici e da risciacquo ad azione esfoliante o detergente contenenti microplastiche (senato.it). Intanto, secondo il regolamento (UE) 2020/1245, in base ai pareri scientifici dell'EFSA, non potranno più essere a contatto con gli alimenti alcuni materiali contenenti sostanze (polimeri e metalli) in grado di rappresentare dei rischi per la salute pubblica. La Commissione europea ha incluso le materie plastiche tra i settori prioritari di intervento nel proprio Piano d'Azione per l'Economia circolare. Per questa ragione, nel 2019 è stata sviluppata la direttiva SUP (dall'acronimo inglese di *Single Use Plastics*), che prevede la messa al bando di alcuni prodotti in plastica monouso: cotton fioc, posate (forchette, coltelli, cucchiali, bacchette), piatti, cannuce, agitatori per bevande, aste per palloncini, ma anche tazze e contenitori per alimenti e bevande

realizzati in polistirene espanso. Direttiva recepita anche in Italia.

L'inquinamento da plastica in mare e sulle spiagge resta, insieme all'emergenza climatica, l'altra grande questione ambientale e mondiale da affrontare con interventi mirati e il monitoraggio.

Al fine di apportare i cambiamenti necessari per combattere l'inevitabile aumento dell'uso e dello smaltimento della plastica monouso, dopo la pandemia si potrebbe investire su:

- progettazione di politiche che affrontino le barriere psicologiche e comportamentali, tra cui la sfiducia nei confronti dell'igiene dei prodotti riutilizzati e riciclati;
- borse specifiche, che potrebbero essere fornite dall'autorità locale alle famiglie per smaltire i DPI in sacchetti sigillati, il che li rende facili per la separazione e il trattamento insieme ai rifiuti biomedici;
- sviluppo di prodotti circolari progettati sia per l'igiene che per il riciclaggio e utilizzo di materiali alternativi e meno inquinanti;
- incentivazione della ricerca sullo sviluppo di tecnologie nuove e sostenibili per riciclare forme miste e altre forme complesse di imballaggi in plastica, che tendono a crescere a causa di preoccupazioni igieniche;
- sviluppo del programma scolastico come parte dell'educazione alle scienze ambientali, con particolare attenzione all'inquinamento da plastica e alle sue conseguenze ambientali;
- produzione e consumo locali (uno dei principi dell'economia circolare): aiuteranno a ridurre la produzione di rifiuti di imballaggio in plastica;
- ristrutturazione delle politiche per incentivare l'efficienza nel settore del riciclaggio. Riconoscere e premiare gli impianti di riciclaggio funzionanti in modo efficiente ed evidenziarli nei media, inoltre, sarà utile per ispirare altri a seguirne l'esempio;
- azione di modelli di business efficienti per la raccolta e lo smistamento dei rifiuti;
- formulazione di politiche per ridurre gli imballaggi multistrato e promozione di materiali omogenei di imballaggio in plastica che siano più facili da riciclare.

Un'altra importante questione è l'inquinamento

marino da plastica. Ad oggi si pensa ad una possibile riduzione attraverso una tecnologia innovativa. Questa è la missione dell'hub tecnico SeaCleaners, con il supporto di un pool di partner industriali e accademici.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, insieme all'Istituto superiore per la Protezione e la Ricerca ambientale (Ispra), ha firmato l'Accordo operativo 2021-2023 per il secondo ciclo della Strategia Marina con le Agenzie regionali per la Protezione dell'Ambiente. Un'importante azione ambientale che ci vede impegnati, con tutte le forze e gli attori locali, al conseguimento di un buono stato ecologico delle acque marine per mantenere la biodiversità, impegnarsi per una pesca sostenibile, salvaguardare il fondale e tenere sotto controllo i rifiuti marini e i contaminanti.

Preoccupano i nuovi dati dell'indagine "Beach Litter" di Legambiente: censita una media di 783 rifiuti ogni cento metri lineari di spiaggia, dei quali l'84% è di plastica. Trovati anche guanti usa e getta, mascherine e altri oggetti sanitari. Nelle 47 spiagge monitorate dalle volontarie e dai volontari di Legambiente in 13 Regioni (Abruzzo, Basilicata, Toscana, Calabria, Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Marche, Puglia, Sardegna, Sicilia, Veneto) sono stati censiti 36.821 rifiuti in un'area totale di 176.100 metri quadrati. Una media di 783 rifiuti ogni 100 metri lineari di spiaggia.

Si evidenzia, infine, che nello studio condotto dall'Ospedale Fatebenefratelli di Roma e dal Politecnico delle Marche, dal titolo "Plasticenta: la prima prova della presenza di microplastiche nella placenta" e pubblicato sulla rivista "Environment International", si afferma che *"a causa del ruolo cruciale della placenta nello sviluppo del feto, è motivo di grande preoccupazione la scoperta della presenza di microplastiche. Altri studi permetteranno di capire se queste siano in grado di intaccare il sistema immunitario o se possano essere in qualche modo tossiche per il bambino che nascerà"*.

Salvaguardare il pianeta dall'inquinamento da plastica equivale a proteggere tutte le specie che possono venirne a contatto, uomo compreso.

*Per richiedere la bibliografia,  
scrivere a [redazione@alimentibevande.it](mailto:redazione@alimentibevande.it)*