



## כיצד אנו יכולים לסייע למניעת זיהום הסביבה על-ידי תרופות?

Helena de Oliveira Souza<sup>1\*†</sup>, Rafaela dos Santos Costa<sup>2†</sup>, Gabrielle Rabelo Quadra<sup>3†</sup>,  
Marcos Antonio Fernandez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>התוכנית למדעי הסביבה, האוניברסיטה של מדינת ריו דה ז'נרו, ריו דה ז'נרו, ברזיל

<sup>2</sup>התוכנית לפיתוח ולסביבה, האוניברסיטה הפדרלית של ריו גרנדה דה נורטה, נאטאל, ברזיל

<sup>3</sup>התוכנית לאקולוגיה, האוניברסיטה הפדרלית של ג'ואזי דה פורה, ג'ואזי דה פורה, ברזיל

### סוקרים צעירים

LICEO  
COCCHETTI  
גיל: 14



תרופות מועילות לבני אדם, אולם הן יכולות להיות מזיקות לסוגים רבים של יצורים חיים בטבע. כאשר הן מושלכות לא כשורה, התרופות שאנו משתמשים בהן יכולות להגיע אל הסביבה, במיוחד אל משאבי המים שלנו. הזיהום התרופתי הזה יכול להיות בעייתי לאורגניזמים שחיים בסביבה, אולם הבעיות האלה יכולות גם לחזור חזרה אלינו, מאחר שאנו משתמשים באותם המים לשתייה ולגידול יבולים. חשוב עבורנו להבין כיצד להפיק את כל היתרונות מתרופות בזמן שאנו נמנעים מהבעיות שקשורות בשימוש בלתי כשיר בחומרים האלה. יש לכם תפקיד חשוב בסיוע בהפחתת הבעיה הזו, על-ידי נקיטה באמצעי זהירות פשוטים כשמתעסקים עם תרופות. חשוב מאוד ללמוד על הנושא הזה ולדבר עם חבריכם וקרובי המשפחה שלכם על מה שלמדתם במאמר הזה. האם אתם רוצים ללמוד על כמה דרכים פשוטות להיות אזרחים מודעים יותר במה שקשור לזיהום תרופתי? אז המשיכו לקרוא!

## רפוי בני אדם עלול לגרום למחלות של חיות או צמחים

אפצ'י! שיעול, שיעול... כאב קטן פה, כאב קטן שם... בשלב מסוים, כולנו נתקלים באיזו הפרעה לבריאות שלנו. למי מעולם לא היה כאב ראש, צינן או אפילו איזשהו כאב? כיום, ישנן תרופות שמטפלות במרבית הכאבים והמחלות, אפילו במקרים חמורים. אם כן, כל זה טוב, לא? כולם מנצחים במשחק הזה? טוב, אולי לא כולם. ישנם כמה דברים חשובים על תרופות שכל ילד צריך לדעת: ראשית, תרופות הן מסוימות מאוד לבעיות בריאותיות מסוימות, וצריך להשתמש בהן בזהירות. לעולם אל תשתמשו באף סוג של תרופה ללא אישור מההורים שלכם, מאחר שהם יידעו מה לעשות כשיש לכם בעיות בריאותיות. אם אתם זקוקים לתרופות, ההורים שלכם יידעו אם עדיף לראות רופא קודם או שהם יבחרו את התרופה הנכונה מבין התרופות שיש לכם בבית. דבר חשוב נוסף לדעת הוא אף פעם לא להשליך שום סוג של תרופה בלי לדעת איך נכון לעשות זאת. שאלו את הורכים ומלאו אחר עצתם. תרופות הן חומרים חזקים שנועדו לשלוט על תהליכים גופניים שונים כמו למשל עיכול וזרימת דם, או לשלוט על זיהום. חלק מהתרופות יכולות גם להשפיע על חיות או צמחים אחרים. לכן, אם תרופות מושלכות באופן בלתי כשיר הן יכולות להגיע לסביבה ואולי לגרום נזק ליצורים חיים אחרים. אתם עשויים לתהות כיצד תרופות יכולות להגיע מהבית שלכם אל הסביבה. בואו נסתכל על זה!

## תרופות בסביבה? כיצד הן מגיעות לשם?

כשאנו נוטלים תרופה, חלק ממנה מסולק מגופנו דרך שתן או צואה, ואז עובר מסע ארוך עד שהוא מגיע למערכת הביוב. כאן הסיפור מתחיל. במערכת הביוב הפרשות אנושיות עוברות דרך מתקן טיהור, שם מוסרים הרבה מזהמים. המים הפחות מזהמים האלה מוחזרים לנהרות, ואחר כך יגיעו לים. לרוע המזל, במקומות רבים בעולם אין מערכות ביוב ושפכים אנושיים מגיעים ישירות לסביבה, מה שיוצר זיהום גדול הרבה יותר.

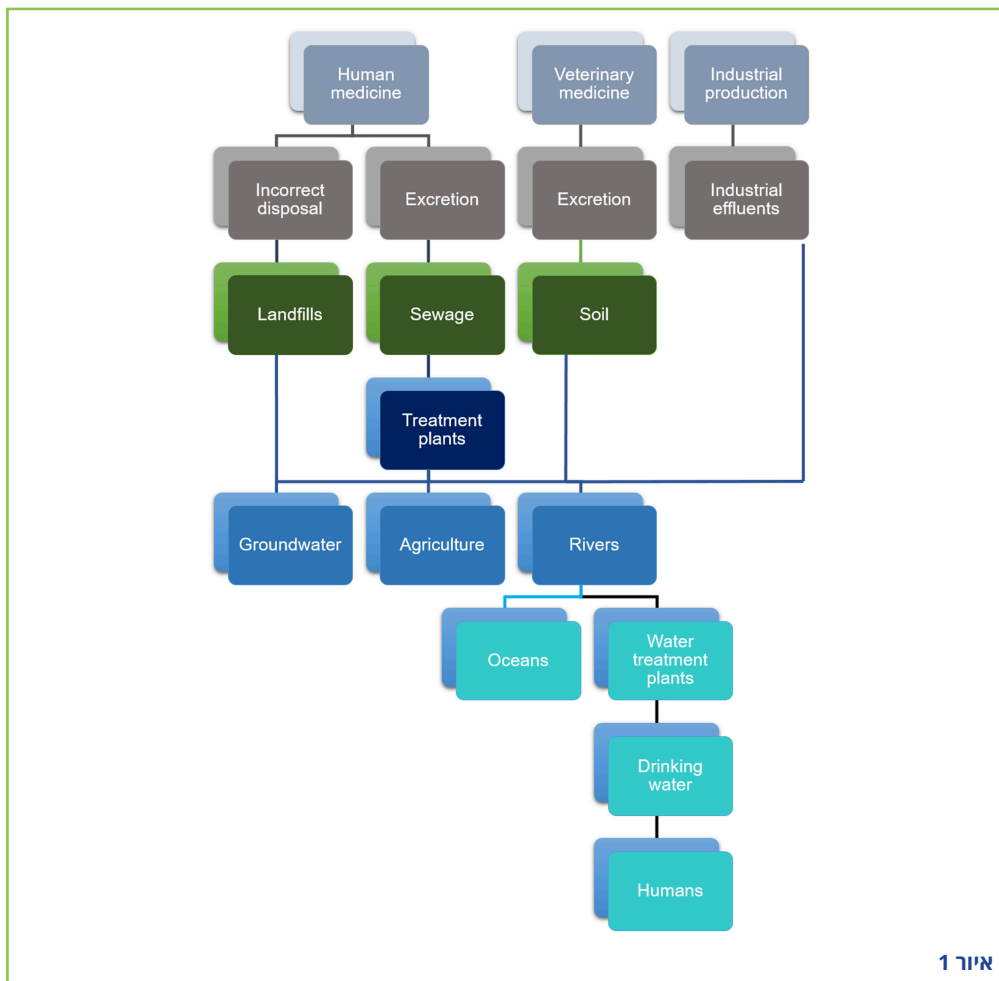
באופן כללי, המים בנהרות משמשים גם להשקיה של יבולים ומשמשים בני אדם לשתייה ולמטרות נוספות. האם אי פעם ראיתם משאבות מים בשדות יבול? זוהי השקיה בפעולה. מה קורה אם יש משהו במים שאינו אמור להיות שם, כמו מזהם? אתם צודקים, הוא יתפזר על פני כל הצמחים! כמעט בכל עיר יש איזשהו סוג של טיפול במים שמתרחש במקומות מסוימים שנקראים **מכוני טיהור שפכים**, או באנגלית WTPs (קיצור של Water treatment plants). במקרה הזה המים עוברים תהליך חזק אחר של טיהור, כך שאנו יכולים לשתות אותם. אולם אנו מגלים של-WTPs שלנו אין מספיק טכנולוגיה כדי להסיר את כל המזהמים, כמו תרופות, שבסופו של דבר מגיעים למים. התרופות הלא מוסרות האלה בנהרות, באגמים ובאוקיינוסים יכולות גם להיות מזיקות לאורגניזמים שחיים במים. אם תרופות לא מוסרות על-ידי WTPs, הן יכולות אפילו להגיע אליכם ואלינו – מאחר שהן יכולות להיות נוכחות במי השתייה ובכל דג שאנו עשויים לאכול. באזורים מסוימים בעולם, WTPs מתוחכמים יכולים להסיר כמויות גדולות של מזהמים תרופתיים מהמים, אולם זה רחוק מלהיות המציאות בכל רחבי העולם [1].

### מכוני טיהור שפכים (Treatment plants)

מקומות שהם שפכים מטופלים במטרה לחזור לנהרות או שבהם מים מטופלים במטרה להיעשות ראויים לשתייה.

**איור 1**

נתיבים שבהם תרופות מגיעות לסביבה. מקור: אומץ מ-Quadra ואחרים [3].



איור 1

**ישנן דרכים נוספות שבהן תרופות מגיעות לסביבה**

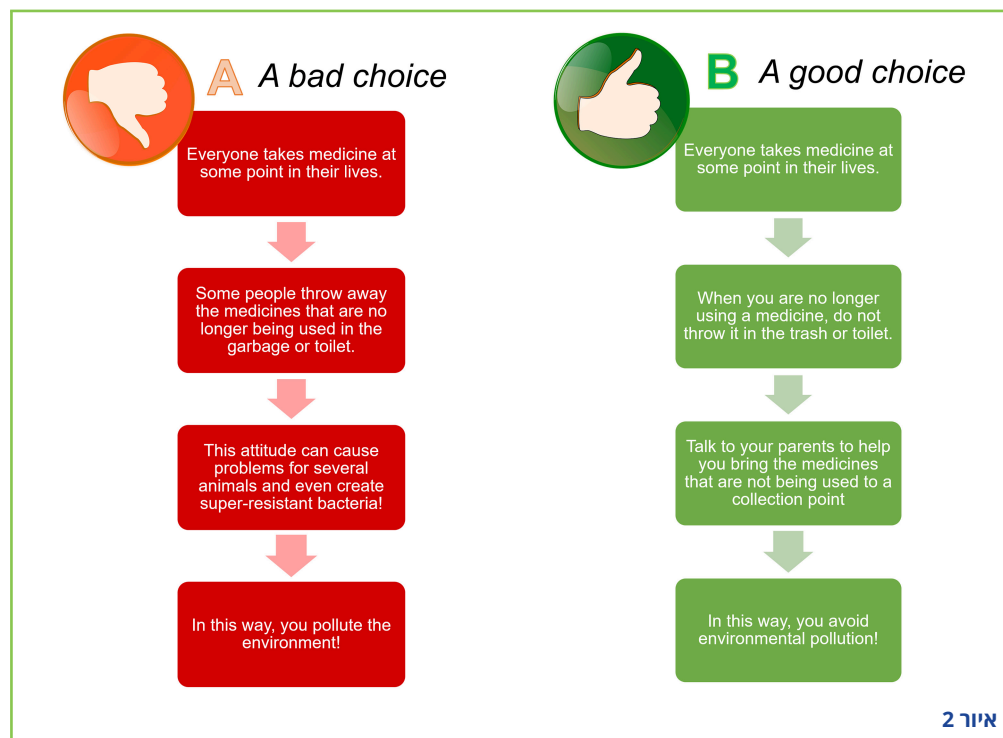
שפכים אנושיים הן אחת הדרכים שבהן תרופות יכולות להגיע לסביבה. נוסף על כך חברות תרופות שמייצרות תרופות עשויות לשחרר לסביבה זיהומים שמכילים תרופות. תרופות שמשמשות וטרינרים לטיפול בבעלי חיים עשויות להגיע גם הן לסביבה. הנושאים האלה נרחבים מדי כדי לדון בהם במאמר הזה, כך שאנו נתמקד בהיבטים של זיהום תרופתי שאנו יכולים לשלוט בהם. למרבה העצב, אנשים רבים עדיין זורקים את התרופות שהם כבר לא משתמשים בהן, ומשליכים אותן לפח או שוטפים אותן בשירותים. במקומות שבהם אשפה נאספת, התרופות שנזרקו מגיעות לעיתים קרובות ל**מטמנות**. מטמנות הן מקומות שעוצבו לקבל פסולת מוצקה – פסולת שאנו זורקים. כל מה שלא ממוחזר מגיע למטמנה. כאשר הפסולת באתרים האלה מתחילה להתמלא, היא מכוסה באדמה ונקברת, אולם המטמנות אינן מושלמות והן דורשות ניטור מתמיד. אם ישנו פירוק במבנה המגן שמקיף את המטמנה, חומרים מהאשפה שנטמנה, כולל תרופות שנזרקו, עשויים לדלוף לתוך האדמה, מה שיוביל לזיהום האדמה ומי התהום. מי תהום גם משמשים להשקיית יבולים ולייצור של מי שתייה. שוב, התרופות המושלכות האלה יכולות לפגוע בסביבה ובבריאות האדם [2]. באיור 1 אתם יכולים לראות סיכום של הנתיבים האלה שבאמצעותם תרופות מגיעות לסביבה.

**מטמנה (Landfill)**

מקום שהפסולת המוצקה שלנו נזרקת לתוכו ונקברת בו.

## איור 2

כיצד אנו יכולים לסייע במניעת זיהום תרופתי? (A) בחירה רעה – השלכת תרופות באופן בלתי כשיר יכולה לזהם את הסביבה. (B). בחירה בהשלכה טובה של תרופות יכולה למנוע זיהום סביבתי. מקור: תמונות מסופקות על ידי pixabay.com.



איור 2

## מה התרופות האלה יכולות לעשות לסביבה

זיהום של מערכות ימיות על-ידי תרופות יכול לפגוע באורגניזמים שחיים במערכות האלה באמצעות הפרעות לגדילה, להתנהגות ואפילו לרבייה שלהם [4]. מחקר ניסיוני אחד הראה שחלק מהריכוזים של תרופה נוגדת דיכאון שהוספה למים גרמו לדגים זכרים להיות אנרסיביים יותר, מה שהוביל ליותר מקרי מוות של נקבות, ולכן לפחות הטלת ביצים [5].

תרופות בסביבה עשויות גם לתרום לגדילה במספר החיידקים שעמידים לאנטיביוטיקה. אנטיביוטיקה פותחה כדי להילחם בזיהומים חיידקיים, כמו למשל דלקת ריאות. אולם החומרים האלה צריכים להיות נשלטים באופן חמור, מאחר שחיידקים שעמידים להשפעות של אנטיביוטיקה יכולים להיות מזיקים מאוד לבני אדם – כבר איננו יכולים להילחם בהם באמצעות האנטיביוטיקות היותר שכיחות שלנו [6].

אם כן, כפי שאתם רואים חשוב מאוד שנסייע לשמור על התרופות הרחק מהסביבה, שם הן יכולות לפגוע בחיות אחרות וגם, פוטנציאלית, לפגוע בנו.

## כיצד אנו יכולים לסייע במניעת זיהום סביבתי שנגרם על-ידי תרופות

איור 2 מסכם חלק מהטיפים העיקריים שכולנו צריכים או לא צריכים לעשות במה שקשור להשלכת תרופות. ראשית, לילדים אסור להשתמש באף סוג של תרופה ללא אישור מתאים מהוריהם, מקרובים מבוגרים או, כמובן, מהרופא! תרופות הן לעיתים קרובות תרכובות חזקות שנועדו לגרום להשפעות מסוימות בגוף שלנו. כדי להימנע מבעיות עם תרופות כולם צריכים

לעקוב אחרי הוראות שנוגעות לשימוש בהן. תרופות הן לא דברים לשחק איתם. הכלל הזה הוא למען הבטיחות שלנו, כמו גם בטיחותם של אנשים ושל חיות אחרות.

אף תרופה לא צריכה להיות מושלכת לאשפה, לשירותים או לכיור. כפי שתיארנו קודם, אלה נתיבים שדרכם תרופות יכולות להגיע לסביבה ולפגוע באורגניזמים אחרים. כיצד אנו יכולים להשליך תרופות באופן בטוח, אם כן? שיטה פשוטה מאוד היא להפריד את התרופות שאתם והמשפחה שלכם כבר לא משתמשים בהן, או אלה שתאריך התפוגה שלהן עבר. לאחר מכן, מצאו מיקום שיקבל את התרופות האלה וישליך אותן בבטחה עבורכם. בחלק מהמדינות כבר יש תוכניות ומיקומים כאלה שמקבלים תרופות להשלכה, כמו למשל בתי מרקחת או סוכנויות ממשלתיות מסוימות. אולי המשפחה והחברים שלכם יכולים לסייע לכם למצוא את נקודות המסירה האלה בעיר שלכם! אפשרות אחרת להשליך בבטחה תרופות היא להביא אותן למקום שבו הן נרכשו. במדינות רבות, המקומות האלה אוספים את התרופות ומשליכים אותן באופן הנכון. שאלו את המשפחה ואת החברים שלכם מה הם יודעים על מדיניות איסוף תרופות באזורכם!

אם כן, אף על פי שתרופות שמושלכות באופן בלתי כשיר עשויות להיות מזיקות, אינכם צריכים להפסיק לנטול תרופות! תרופות גרמו לכך שבני אדם יוכלו לחיות זמן רב יותר ובאופן בריא יותר. אולם כדאי לזכור ששימוש אחראי בתרופות חשוב מאוד. משמעות הדבר היא שעליכם להיוועץ ברופא לפני שאתם לוקחים כל תרופה, ולעקוב בזהירות אחרי הוראות של נטילת התרופה [7]. עלינו להיות זהירים מאוד בשימוש נכון בתרופות ובהשלכה נכונה שלהן. אתם יכולים להיות אזרחים אחראיים יותר באמצעות המידע שסיפקנו לכם, ואתם אפילו יכולים להיות האדם שמסביר את המידע הזה לאנשים אחרים במשפחה ובקהילה שלכם.

## מסקנות

זיהום תרופתי נמצא בסביבה בכל רחבי העולם. הוא יכול להגיע למקומות מרוחקים, מאחר שהוא יכול "לטייל" למרחקים ארוכים דרך המים. זה נושא מורכב ורציני. אולם הדבר החשוב ביותר שאנו צריכים לדעת הוא כיצד להשתמש בתרופות באופן נכון, ולהשליך אותן באופן נכון. כמו כן, הפיצו את הבשורה! אפשר להימנע מזיהום סביבתי בסיועם של אזרחים מודעים. בואו כולנו נתרום את חלקנו!

## מקורות

1. Monteiro, S. C., and Boxall, A. B. A. 2010. "Occurrence and fate of human pharmaceuticals in the environment," in *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 202, ed D. M. Whitacre (New York, NY: Springer Science). p. 53-154.
2. Quadra, G. R., de Souza, H. O., dos Santos Costa, R., and dos Santos Fernandez, M. A. 2016. Do pharmaceuticals reach and affect the aquatic ecosystems in Brazil? A critical review of current studies in a developing country. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 24:1200-18. doi: 10.1007/s11356-016-7789-4
3. Quadra, G. R., dos Santos Costa, R., de Souza, H. O., and dos Santos Fernandez, M. A. 2018. *Medicamentos e Meio ambiente:*

- soluções individuais, problemas coletivos.* ((o)eco. Available online at: <https://www.oeco.org.br/colunas/colunistas-convidados/medicamentos-e-meio-ambiente-solucoes-individuais-problemas-coletivos/>
4. Rosi-Marshall, E. J., and Royer, T. V. 2012. Pharmaceutical compounds and ecosystem function: an emerging research challenge for aquatic ecologists. *Ecosystems* 15:867–80. doi: 10.1007/s10021-012-9553-z
  5. Weinberger, I. I. J., and Klaper, R. 2014. Environmental concentrations of the selective serotonin reuptake inhibitor fluoxetine impact specific behaviors involved in reproduction, feeding and predator avoidance in the fish *Pimephales promelas* (fathead minnow). *Aqua Toxicol.* 151:77–83. doi: 10.1016/j.aquatox.2013.10.012
  6. Pontes, D. S., Pinheiro, F. A., Lima-Bittencourt, C. I., Guedes, R. L. M., Cursino, L., Barbosa, F., et al. 2009. Multiple antimicrobial resistance of gram-negative bacteria from natural oligotrophic lakes under distinct anthropogenic influence in a tropical region. *Microb. Ecol.* 58:762–72. doi: 10.1007/s00248-009-9539-3
  7. Daughton, C. G., and Ruhoy, I. S. 2013. Lower-dose prescribing: minimizing “side effects” of pharmaceuticals on society and the environment. *Sci. Total Environ.* 443:324–37. doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.10.092

פורסם אונליין: 22 ביוני 2021

נערך על ידי: Gianpiero Vigani, University of Turin, Italy

**ציטוט:** Souza HdO, Costa RdS, Quadra GR and Fernandez MA (2021) כיצד אנו יכולים לסייע למניעת זיהום הסביבה על-ידי תרופות? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2019.00081-he

#### תורגם והותאם:

Souza HdO, Costa RdS, Quadra GR and Fernandez MA (2019) How Can We Help to Prevent Medicines From Polluting the Environment? *Front. Young Minds* 7:81. doi: 10.3389/frym.2019.00081

**הצהרת ניגוד אינטרסים:** המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

**COPYRIGHT** © 2019 © Souza, Costa, Quadra and Fernandez 2021. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

## סוקרים צעירים

**LICEO COCCHETTI, גיל: 14**

אנו מבית ספר מדעי שממוקם במילנו, איטליה, ואנו בני 14. אומרים עלינו שאנו מוחות צעירים קשובים



ומבריקים, וסקירת המאמר הקנתה לנו הזדמנות לגלות היבט נוסף על המדע. כשסקרנו את המאמר התרגשנו לתרום לתהליך הפרסום של מאמר מדעי.

## הכותבים

### HELENA DE OLIVEIRA SOUZA

מאז שהייתי ילדה אהבתי שיעורי מדע. לאחר מכן, למדתי ביולוגיה באוניברסיטה הפדרלית של ריו דה ז'נרו והשלמתי את התואר הראשון ב-2013. בשנת 2015 קיבלתי תואר שני במדעי הסביבה והשימור מאותה האוניברסיטה. כיום אני דוקטורנטית במדעי הסביבה באוניברסיטה של מדינת ריו דה ז'נרו. אני חוקרת את ההשפעות של זיהום סביבתי במולים שאנו צורכים. אני אוהבת את הטבע ואני אוהבת לצאת עם חברים. אני אוהבת לראות מקומות חדשים, בעיקר אלה שיש בהם פארקים לאומיים. הטבע מעורר בי שמחה, וזו אחת המוטיבציות שלי לחקור ולסייע לשמור על הסביבה. \*helenabiolog@gmail.com



### RAFAELA DOS SANTOS COSTA

אני ביולוגית וכיום אני דוקטורנטית לסביבה והתפתחות באוניברסיטה הפדרלית של ריו גרנדה דה נורטה. תמיד התעניינתי בהבנת ההשפעות של כימיקלים על אורגניזמים שונים. עבדתי עם זיהום סביבתי ועם אקוטוקסיקולוגיה. בשנים האחרונות הקדשתי את עצמי לחקר ההשפעות של תרופות על הסביבה ולהשפעות של זיהום תרופתי על בריאות האדם.



### GABRIELLE RABELO QUADRA

אני ביולוגית וכיום סטודנטית לדוקטורט באקולוגיה באוניברסיטה הפדרלית של ג'ואז דה פורה, בחיל. יש לי עניין גדול בזיהום ימי על-ידי מתכות כבדות ומוזהמים אורגניים, כמו למשל תרופות. הייתי מעורבת גם בתקשורת המדע. אני מאמינה שצריך להפיץ את הממצאים המדעיים מחוץ לרשת האקדמיה, במיוחד לילדים.



### MARCOS ANTONIO FERNANDEZ

אני בן 60 ונהגתי לצלול מגיל 15. הסקרנות וההערצה שלי ליצורים ימיים הובילו אותי לקורס אוקיינוגרפיה בתואר ראשון, ולנושאים של כימיה ימית, ביוכימיה ואקוטוקסיקולוגיה שתמיד קשורים לתגובה הביולוגית של אורגניזמים ימיים לזיהום. במהלך הקריירה האקדמית שלי הקדשתי את המחקר שלי להתפתחות של שיטות קלות, פשוטות ובלתי הרסניות למחקרים של bio-assays ו-biomonitoring. כיום אני חוזר להיכן שהתחלתי ומתבונן בקשר שבין אקוטוקסיקולוגיה ימית לבין אקולוגיה ימית, וההשפעות של שילובי מזהמים בתרחישים מהעולם האמיתי ומודלים. כמובן שאני עדיין אוהב לצלול.



<sup>†</sup>מחברים אלה תרמו באופן שווה לעבודה זו

Hebrew version  
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ע.ר.)  
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس  
Bloomfield Science Museum Jerusalem

