



## מים קובעים את המגוון הביולוגי באגן האמזונס

Amanda Frederico Mortati<sup>1\*</sup>, Thiago André<sup>2</sup>

<sup>1</sup>המכון למגוון ביולוגי ולייעור, האוניברסיטה הפדרלית של מערב פארא, Santarém, ברזיל  
<sup>2</sup>המכון למדעים ולטכנולוגיה של המים, האוניברסיטה הפדרלית של מערב פארא, Santarém, ברזיל

### סוקרות צעירות

NADYA

גיל: 13



CAROLYN

גיל: 13



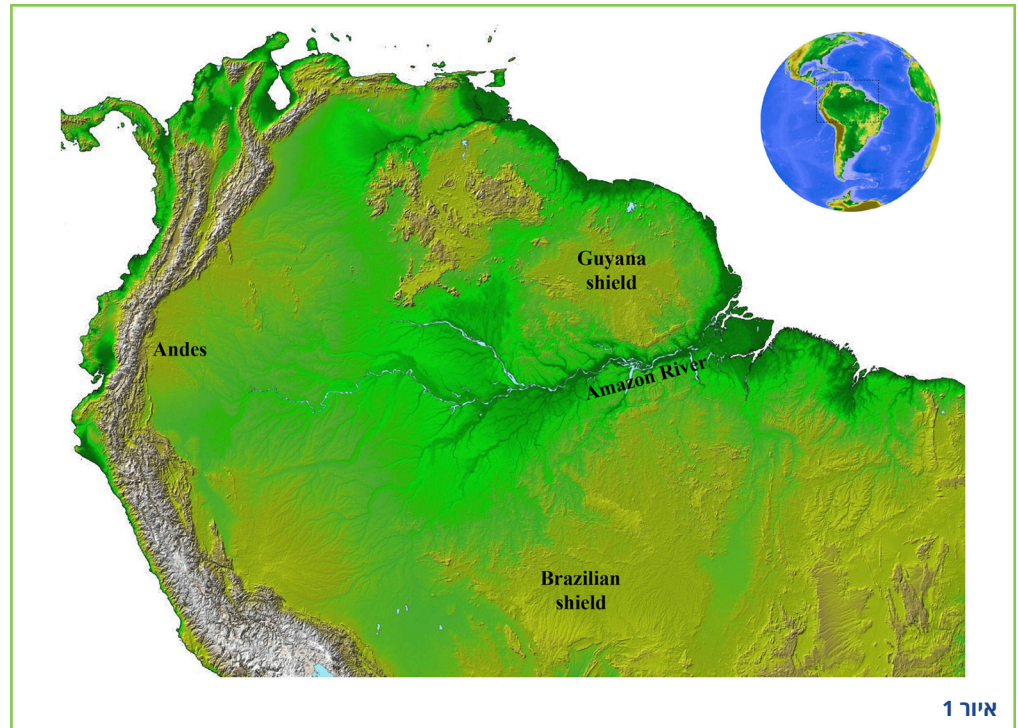
כל דבר שקשור לנהר האמזונס הוא ממש ענקי ומדהים. הנהר חוצה יותר מ-7,000 ק"מ. האזור שממנו מים וחומרים מתנקזים לנהר האמזונס משטחי הרמות ועד לשפלות הנמוכות, משתרע על פני כ-7 מיליון ק"מ מרובעים. שטח זה מְקַשֵּׁר בין מערכות אקולוגיות, ימיות ויבשתיות המכילות 20% מהמים המתוקים שעל פני כדור הארץ, ואת רוב מְגוֹן היצורים החיים שעל פני כדור הארץ. אזורים לחים, שבהם גופי מים המשפיעים ישירות על המגוון הביולוגי, מכסים 30% מאגן האמזונס. מים במצבים שונים – מְנַהֵרוֹת "מעופפים" בצורת ענני מים ועד לגשמים או לזרימת מים מהרמות לשפלות – הם הגורם העיקרי המשפיע על המגוון הביולוגי באגן האמזונס. אפשר לראות את ההשפעה הזו בכל רחבי אגן האמזונס – מים השפיעו על המערכת האקולוגית של אזור זה במשך שנים רבות. אזור האמזונס מכיל מינים רבים שיוצרים יחד יער מורכב, הן ביבשה הן מתחת למים.

### הנהר הגדול ביותר על פני כדור הארץ

אגן האמזונס הוא אזור המנוקז על-ידי נהר האמזונס, ומשתרע על פני כ-7 מיליון ק"מ מרובעים. אזור עצום זה מכיל אחוז גבוה ממיני החיידקים, בעלי החיים והצמחים שעל פני כדור הארץ, ויחד הם יוצרים יער מורכב, הן ביבשה הן מתחת למים. כמעט כל דבר שקשור לנהר רב העוצמה הזה הוא ממש ענקי ומדהים. נהר האמזונס חוצה יותר מ-7,000 ק"מ בצפון

## איור 1

צפון דרום-אמריקה, כפי שמפנה על-ידי משימת המיפוי הטופוגרפי של נאס"א (<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>). האזור שממנו נלקחה התמונה הגדולה ביותר מודגש במסגרת על העליונה מימין. התמונה הגדולה יותר מראה את ההבדלים בגובה מעל פני הים, אשר מיוצגים בעזרת צבעים: ירוק מציין את השפלות שבהן נמצאים נהרות גדולים; צהוב מציין את הסלעים החשופים העתיקים ואת הקרקעות ולבן מציין אזורי הרים, הרי האנדים. Andes = הרי האנדים  
Guiana Shield = רכס גיאנה  
Amazon River = נהר האמזונס  
Brazilian shield = הרכס הברזילאי.



איור 1

דרום-אמריקה, מנהר ה-Apurímac שבהרי האנדים בדרום פרו ועד לאוקיאנוס האטלנטי שבצפון ברזיל (איור 1).

מים הם המרכיב העיקרי בתאים. הם חיוניים לחיים שכן תפקודים ביולוגיים כגון נשימה, פוטוסינתזה ועיכול מתרחשים בסביבה מימית. נהרות, נחלים, מי תהום ועננים מקושרים ביניהם ומקיימים את כל היצורים החיים ביער אגן האמזונס. מכאן, המים הם המקור למגוון הביולוגי שבאגן האמזונס.

נהר האמזונס הוא בן 9 מיליון שנים. בעונת הגשמים, נהר האמזונס יכול להגיע לרוחב של 50 ק"מ במקומות מסוימים. אגן הנהר הוא האזור שבו מים וחומרים כגון חול, יצורים חיים, גזעי עצים וחלקי עלים - מתנקזים באמצעות נחלים ונהרות, בתנועה מהרמות הגבוהות של אגן הנהר לשפלות הנמוכות שלו, בגלל כוח המשיכה. זרימת המים כלפי מטה מחברת בין מערכות אקולוגיות, מימיות ויבשתיות שנמצאות באגן נהר האמזונס, המשתרע על פני אזור גדול יותר מאירופה כולה, ומכיל בתוכו 20% מהמים המתוקים שעל פני כדור הארץ. אגן האמזונס גם משמש בית לרוב מגוון היצורים החיים על פני כדור הארץ [1].

באגן האמזונס אנו יכולים למצוא 4,000 עד 15,000 מיני צמחים (כולל אגוז ברזילאי ואסאי), יותר מ-400 מיני יונקים (כולל יגוארים, עצלנים ועטלפים), יותר מ-1,300 מיני ציפורים (כולל טוקן ועיט רשע), יותר מ-400 מיני זוחלים (כולל נחשי חנק ותנינים), יותר מ-400 דו-חיים (כולל אילניות) וכ-3,000 מיני דגי מים מתוקים (כולל פיראנות וארפאימה). קשה יותר להעריך את המגוון של צורות חיים קטנות יותר, ומדענים תיארו יותר מ-100,000 מיני חסרי חוליות כגון חרקים ועכבישים. קשה גם להעריך את מספר מיני הפטריות והאצות, ומדי חודש בחודשו

מתוארים מינים חדשים רבים. כל המגוון הביולוגי הזה תלוי בדינמיקה הייחודית של המים באזור זה.

## נהרות שיכולים לעופף

באגן האמזונס נוף טרופי, המכוסה בעיקר ביערות גשם. הגשם שיורד על הנהרות ועל היערות של אגן האמזונס נובע מהאידוי של האוקיאנוס האטלנטי ומחילוף החומרים של המערכת האקולוגית של אגן האמזונס עצמה. מי גשמים יכולים להגיע ישירות לנהרות או שהם יכולים להילכד ביער, לזרום דרך חפץ העצים וגזעי העצים, ולבסוף להגיע לקרקע. אז יכולים המים לזרום במורד לנחלים קטנים יותר, ובדרכם הם נושאים עימם קרקע וחומרים אחרים, ומאִתְּדִים את זרימת המים או את המים המחלחלים אל תוך מאגרים שבקרקע. תהליכים אלה הם חלק ממה שאנו מכנים המחזור ההידרולוגי (מחזור המים) של אגן נהר. המחזור ההידרולוגי מתחיל במשקעים (ירידת גשמים), שבעקבותיהם יש זרימה של מים אל תוך נחלים ונהרות, חלחול של מים אל תוך הקרקע, ותהליך הנקרא **אדי-דיות**, שבו מים חוזרים אל האטמוספירה באמצעות התאדות מהקרקע ומפני השטח של גופי מים או מעלים, מענפים או מפרחים של צמחים.

צמחייה הגדלה לאורך גדות הנחלים עוזרת להפחתת זרימת המים אל תוך גופי המים האלה ולהאטה של הזרימה. אזורים אלה נקראים אזורי גדות, והצמחים הגדלים שם נקראים צמחיית גדות. לצמחיית הגדות שני תפקידים עיקריים: ראשית, היא מסִפֶּקֶת מים חזרה לאטמוספירה, באמצעות אידוי-דיות; ושנית, היא מרככת את ירידת המים המכים בקרקע, ובכך עוזרת לתהליך החלחול, המחזיר מים אל הקרקע. אז, לעצים גדולים בעלי מערכת שורשים רחבה יכולה להיות גישה למי התהום, אפילו במהלך העונות היבשות. עצים מסוימים מסוגלים לשחרר לאטמוספירה עד 1,000 ליטרים של מים מדי יום ביומו!

כתוצאה מכך, אגן האמזונס על נהרותיו הגדולים פועל כפצצות אדי-מים, המכניסות מים לאטמוספירה ויוצרות שכבה עבה של עננים המכילים כמויות מים גדולות. עננים אלה גולשים ברוחות, ויוצרים נהרות "מעופפים" שלא ייאמנו. בגלל הטמפרטורות הגבוהות באגן האמזונס והכמות הרבה של הגשמים היוורדים באזור קו המשווה, יש לאגן האמזונס את העוצמה האדירה הזו לבצע את חילופי המים בין היער ובין האטמוספירה. שרשרת הרי האנדים במערב יבשת דרום-אמריקה, שגובהה 4,000 מטרים, משמשת מחסום לרוחות ולעננים המגיעים מעבר ליבשת ומהאוקיאנוס האטלנטי. התוצאה היא כמות גשמים אדירה על אזורי מרכז ברזיל, מזרחה ודרומה, ועל המדינות השכנות לה. נהר עננים זה מעביר מיליארדי ליטרים של מים במצב אדים מדי שנה בשנה, כמות שכמעט שווה לכמות המים הזורמים בכל שנה מנהר האמזונס עצמו אל תוך האוקיאנוס. אם כך, נהרות אלה שבשמיים משנים את האקלים של היבשת, ולבסוף – את האקלים בעולם כולו.

## נהרות שפועמים

שכבת העננים העבה מורידה את הגשמים הכבדים שלה על השפלות, ובכך גורמת לנהרות הגדולים לעלות על גדותיהם. כך המים מהנהרות מכסים אזורים גבוהים יותר, ובאופן זה משקיעים מתחת למים צמחים רבים הגדלים באזורים גבוהים יותר אלה [2]. יערות אלה מוצפים מדי שנה בשנה, ולכן בכל שנה יש להם פאזה יבשתית ופאזה מימית (איור 2). מי

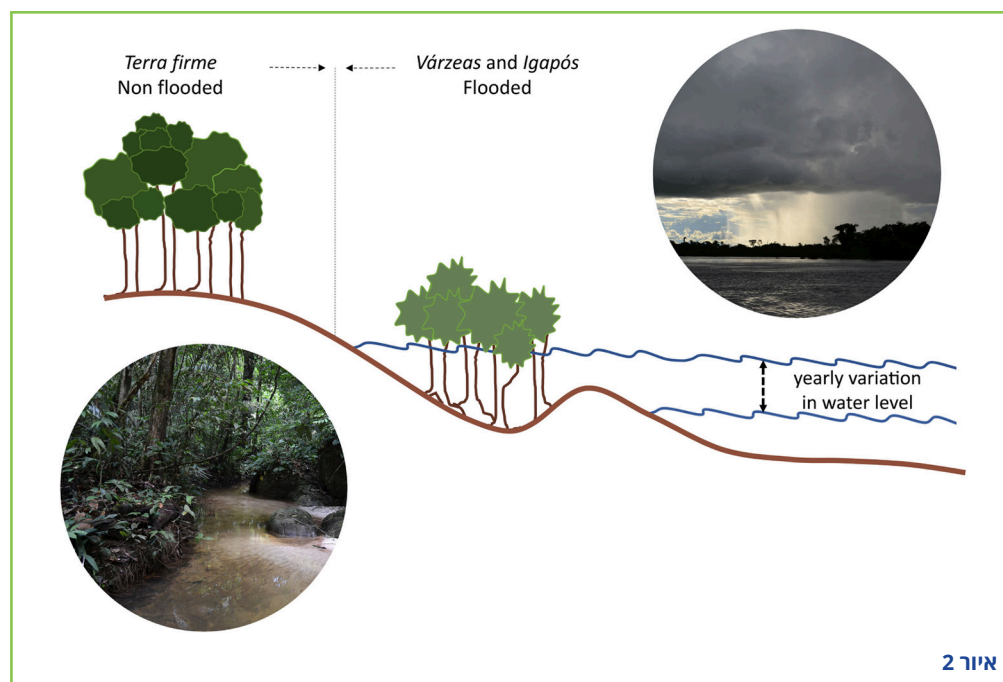
### אדי-דיות

#### (Evapotranspiration)

שלב במחזור ההידרולוגי (מחזור המים), הכולל אידוי של מים מהקרקע ומשטח פני גופי מים, כמו גם מגבעולים, מעלים ומפרחים של צמחים.

## איור 2

פעימת השיטפון של נהרות אגן האמזונס, המרָאָה את הפאזות היבשתית והמימית בצמחיית הגדות. התמונה העליונה מימין מרָאָה גשם מעל נחל הזורם אל נהר Tapajós, שלגדותיו יער רחב מוצף; התמונה התחתונה משמאל מרָאָה נחל האופייני לקרקע מוצקה, וצמחיית הגדות שלו. Terra firme, Non flooded = קרקע מוצקה, לא מוצף Várzeas and Igapós, Flooded = שפלות ואזורי יער מוצפים Yearly variation in water level = תנודות שנתיות ברמות המים.



איור 2

השיטפון ביערות האלה יכולים להגיע עד לגובה של 8 מטרים, למשך עד 300 ימים! רוב העצים ביערות האלה נמצאים חצי מהשנה מחוץ למים, ובחצי השני – ברמות שונות של שיקוע. יערות מוצפים אלה מכילים יותר מ-1,000 מיני עצים. מערכת מים פועמת זו מְוֹסְפֶת הרבה מהתהליכים הביולוגיים שבצמחים כגון פריחה, דבר שבתורו משפיע על אוכלוסיות בעלי החיים היבשתיים, הניזונים מהיערות האלה או חיות בקרבם. גם בעלי חיים מימיים כגון דגים ודולפינים של מים מתוקים ניזונים מהיערות המוצפים האלה וחיים בתוכם, כאשר רמת המים גבוהה.

יש שינוי במינים – מהמינים שבנחלים הזורמים בְּרָמוֹת, ומטה לנחלים הגדולים יותר וליערות המוצפים שלהם, ועוד יותר למטה לאורך אגן הנהר [3]. כזו רציפות במבנה הסביבה, הנקבעת על-ידי המים ונצפית הן בהקשר של הֶרְכָּב המינים הן במבנה היער, היא כנראה תוצאה של התאמה לרמות שונות של מים בקרקע [4]. במילים אחרות, נראה שכל נחל הוא ייחודי בסוג המינים שמופיעים בסביבה כזו.

### Várzea

אזורים שמוצפים על-ידי נהרות, ועשירים בחומר מורחף שֶׁנֶשְׁחָק מהרי האנדים וגורם לצבע לבנבן של המים (למשל נהר Solimões ונהר Madeira).

### Igapó

אזורים שמוצפים על-ידי נהרות שמימיהם החומציים נוצרו ברמות של הסלעים החשופים העתיקים של גיאנה ושל ברזיל (למשל: נהר Negro ונהר Tapajós).

יערות מוצפים יכולים להיות שונים מאוד זה מזה, במידה שלא תִּאָמֵן. סוגי המינים הנמצאים ביער המוצף יכולים להשתנות כתלות בהרכב קרקעית הנהר. לנהרות באגן האמזונס יש שני מקורות עיקריים: הקרקעות הצעירות של הרי האנדים והקרקעות העתיקות של הסלעים החשופים הוותיקים של ברזיל ושל גיאנה. נהרות הזורמים מעל קרקעות צעירות יוצרים יערות מוצפים הנקראים **יערות Várzea**, ונהרות הזורמים מעל קרקעות עתיקות יוצרים יערות מוצפים הנקראים **יערות Igapó**. שני סוגי יער אלה שונים מאוד במיני העצים שבהם ובגודלם הכללי. המקור הגיאולוגי של הנהר משפיע על התכונות של החומרים הכימיים שבמים, דבר שגורם להבדלים משמעותיים בצבע המים: יערות Várzea נוצרים לאורך נהרות מים לבנים, ויערות Igapó נוצרים לאורך נהרות מים שחורים או צלולים.

## נהרות שזורמים מתחת לקרקע

צמחים ובעלי חיים החיים בבתי גידול של אזורי גדות הנהרות והנחלים, מגיבים לכמות המים הנמצאת בקרקע. פעימת המים בבתי גידול של אזורי גדות הרבה יותר אקראית ופחות צפויה מאשר הקורה בנהרות, היות שרוב השונות ברמות המים בבתי גידול אלה נובעת מגשם היורד ישירות עליהם. תאים מימיים ויבשתיים ב־**Terra firme** של אגן האמזונס קשורים זה לזה באופן הדוק, ולשינויים באחד מהם יש תוצאות מרחיקות לכת על האחר. למשל, הוכח כי הפחתה של יערות באזורי גדות עלולה להוביל להקטנת מספר המינים המימיים [5].

גם ברמות של אגן האמזונס שאינן מושפעות ישירות מההצפה של הנהרות הגדולים, המים קובעים את המגוון הביולוגי. אזורים לחים אלה, המתפרשים על כ־1 מיליון ק"מ מרובעים, מכילים רשת עבה ומקושרת של נחלים קטנים הנוצרים על-ידי מי התהום ומתקיימים בעזרתם. נחלים קטנים אלה הם למעשה המקור למים שברוב הנהרות הגדולים.

## מים קובעים את המגוון הביולוגי באגן האמזונס

מנהרות "מעופפים" בצורה של עננים, דרך גשמים זרימת מים מהרמות אל השפלות, מים הם גורם עיקרי המשפיע על המגוון הביולוגי באגן האמזונס. מינים באגן האמזונס פיתחו דרכים רבות לחיות במים או לקיים עימם יחסי גומלין, דבר שהוביל למספר גדול של מינים בכל אזור. נוסף על כך רוב אוכלוסיות האדם באגן האמזונס חיות ליד הנהרות, וגם הן מורגלות לקצב הפעימות של הנהרות האלה. יערות אגן האמזונס חיוניים לתרומת אגן האמזונס לסביבה. באופן מקומי, יערות אלה משפיעים על איכות המים ועל פיזורם, ומבחינה עולמית, הם יכולים להשפיע על יציבות האקלים. במשך שנים רבות מים קבעו את המערכת האקולוגית של אזור זה. לכן, אתם יכולים לראות בבירור שבדרכים רבות מים יוצרים בתי גידול שונים, וכתוצאה מכך נוצר המגוון הביולוגי הזה.

## מקורות

1. Lewinsohn, T. M., and Prado, P. I. 2005. How many species are there in Brazil? *Conserv. Biol.* 19(3):619. doi: 10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x
2. Junk, W. F., Piedade, M. T. F., Schöngart, J., Cohn-Haft, M., Adeney, J. M., and Wittmann, F. 2011. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands* 31(4):623–40. doi: 10.1007/s13157-011-0190-7
3. Schietti, J., Emilio, T., Rennó, C. D., Drucker, D. P., Costa, F. R. C., Nogueira, A., et al. 2014. Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest. *Plant Ecol. Divers.* 7(1–2):241–53. doi: 10.1080/17550874.2013.783642
4. Wittmann, F., Schöngart, J., Junk, W. J., and Parolin, P. 2010. Phytogeography, species diversity, community structure and dynamics of Amazonian floodplain forests. In *Amazonian Floodplain Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management (Ecological Studies)*, org. ed. W. J. Junk, M. T. F. Piedade, F. Wittmann, and J. Schöngart. Netherlands: Springer. p. 61–102.

### Terra firme

אזור מעל לשפלה המוצפת של הנהרות העיקריים, שבו הצמחייה המקומית אינה מוצפת עונתית.



5. Dias, M. S., Magnusson, W. E., and Zuanon, J. 2010. Effects of reduced-impact logging on fish assemblages in Central Amazonia. *Conserv. Biol.* 24(1):278–86. doi: 10.1111/j.1523-1739.2009.01299.x

**פורסם אונליין:** 08 בפברואר 2019

**נערך על ידי:** Ana Maria Rocha De Almeida, California State University, East Bay, United States

**ציטוט:** Mortati AF and André T (2019) מים קובעים את המגוון הביולוגי באגן האמזונס. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2018.00047-he

#### **תורגם והותאם:**

Mortati AF and André T (2018) Water Controls Amazonian Biodiversity. *Front. Young Minds* 6:47. doi: 10.3389/frym.2018.00047

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

**COPYRIGHT** © Mortati and André 2018. זהו מאמר בגישה 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.

## **סוקרות צעירות**

### **NADYA, גיל: 13**

אני אוהבת לצייר ולקרוא, ואני רוצה להיות מורה לאומנות כשאגדל. הספרים האהובים עליי הם סדרת הארי פוטר. אני בדרך כלל נמצאת בחדרי, מציירת או מכינה תכשיטים. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם אומנות ומדעים. מעניין ללמוד על כוכב הלכת הזה, והייתי רוצה מתישהו לגרום לשינוי בו.

### **CAROLYN, גיל: 13**

כשהייתי ילדה, תמיד חלמתי להיות מדענית. התעניינתי בכל תחומי המדע. כשהייתי בת שבע, הוקסמתי מזואולוגיה, ונהניתי מתוכניות טלוויזיה על חיות בר ועל הסביבה. העניין שלי בבעלי חיים גבר אחרי שבשנה שעברה נתקלתי בדוב אחד, בארבעה צבאים ובכמות עצומה של כלבי ים. אומנם אני באמת רוצה להיות אומנית, אבל להיות מדענית עדיין נמצא בסדר עדיפות גבוה אצלי.

## **הכותבים**

### **AMANDA FREDERICO MORTATI**

אני אקולוגית המתעניינת בנחלים. 15 שנים חקרתי תהליכים מימיים באמזונס, וגיליתי שהשוני במבנה הנחלים כה גדול, שכל נחל הוא מקום ייחודי למגוון הביולוגי. אני מלמדת אקולוגיה של אגני נהר וטיפול בהם באוניברסיטה הפדרלית של מערב פארא, בברזיל. אני גם אוהבת ללכת לאורך החוף בזמן שקיעות. \*amortati@gmail.com



**THIAGO ANDRÉ**

אני ביולוג אבולוציוני, המתעניין במגוון צמחים. המחקר שלי מתמקד בגיוון של צמחי זנגביל, במיוחד הצמחים Costaceae, Zingiberaceae ו-Marantaceae, הגדלים באגן האמזונס. אני מלמד אבולוציה של צמחים באוניברסיטה הפדרלית של מערב פארא, בברזיל. תוכלו למצוא אותי קורא תחת עץ או מטפח את הגינה שלי בסופי שבוע.

Hebrew version  
provided by

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

