

## האם עצים יכולים לסייע להחזיר מים לאדמה?

Kelly Cristina Tonello<sup>1\*</sup> | Julieta Bramorski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>קבוצת מחקר מערכות אקולוגיות של הידרולוגיית יערות, המחלקה למדעי הסביבה, האוניברסיטה הפדרלית של סאן קרלוס, סורוקבה, ברזיל  
<sup>2</sup>קבוצת מחקר מערכות אקולוגיות של הידרולוגיית יערות, המחלקה למדעי הסביבה, האוניברסיטה הפדרלית של אַמאפָה, מְקאפָה, ברזיל

### סוקרים צעירים

ANNA-MARIE

גיל: 16



צמוד לאַמְזוֹנְס מדרום, ישנה סְנָה רחבה ומגוונת ביולוגית שנקראת סְרָאדו. מדענים סבורים כי אזור זה מצוי תחת איום גדול יותר אף מזה שבו נתון האמזונס. הם מעוניינים להבין כיצד צמחים שחיים בסראדו משפיעים על מים הגשמים שנכנסים לאדמה כדי להטעין מחדש את הָאֶקוּיפֶר (מאגר מים טבעי תת-קרקעי). רבים מהצמחים הללו הם עצים שלוכדים מים גשמים, ומנקזים אותם למטה לענפים ולגזעים שלהם המכוסים אלה גם אלה בקליפת עץ. המים האלה, שנקראים stemflow, עשויים להיות אחת הדרכים להטענה מחדש של האקוויפר, אם הענפים וקליפת העצים הם בגודל ובצורה הנכונים. במאמר זה נסקור את מַיְנֵי הצמחים השכיחים בסראדו, נתאר כיצד הם משפיעים על האופן שבו מים גשמים נכנסים לאדמה, ונדון באופן שבו קליפת עץ וענפים עשויים לסייע בשימור מים.

### האם אתם מכירים את הֶסְרָאדו?

הסראדו נוצר לפני 40 מיליוני שנים לכל הפחות, מה שעושה אותו לאחד מסוגי הַבִּיּוֹם העתיקים ביותר על כדור הארץ. הסראדו ענקי-במקור כיסה 22% מברזיל, והוא מכיל

### ביום (Biome)

סוגים של מערכות אקולוגיות, סביבות מחיה או חברות ביולוגיות בעלות רמת הומוגניות מסוימת.

את המגוון הביולוגי הגדול ביותר בהשוואה לכל בָּיִום אחר בברזיל. הסראדו אינו זהה בכל שטחו; במקום זאת, הוא עשוי טְלָאִים של סוגי כיסוי אדמה שונים, לרבות סְרָדָאֵ (cerradão); 'הסראדו הגדול'; סראדו טיפופי; קֶמְפּוֹ סראדו; שדה סראדו מלוכלך ושדה סראדו נקי. הסראדו (cerradão) הוא סוג האדמה היחיד בסראדו המתאפיין ביערות גדולים. בסראדו מגוון רחב של צמחים בהם עצי שזיף; עצי פירות; עצים עציים (Timber), וגם מגוון רחב של דשאים; בְּרוֹמְלִיאָדוֹת (כמו צמחי אננס קטנים); סחלבים וצמחים קטנים יותר נוספים. לחלק מהמינים, כמו עצים עציים, יש גזעים עבים ומפותלים שמתנשאים עד לגובה של 20 מטרים. **צמחים עציים** אחרים הם נמוכים יותר ודומים יותר לשיחים, כמו למשל הגויאבה התחתית.

**צמחים עציים**  
(Woody plants)

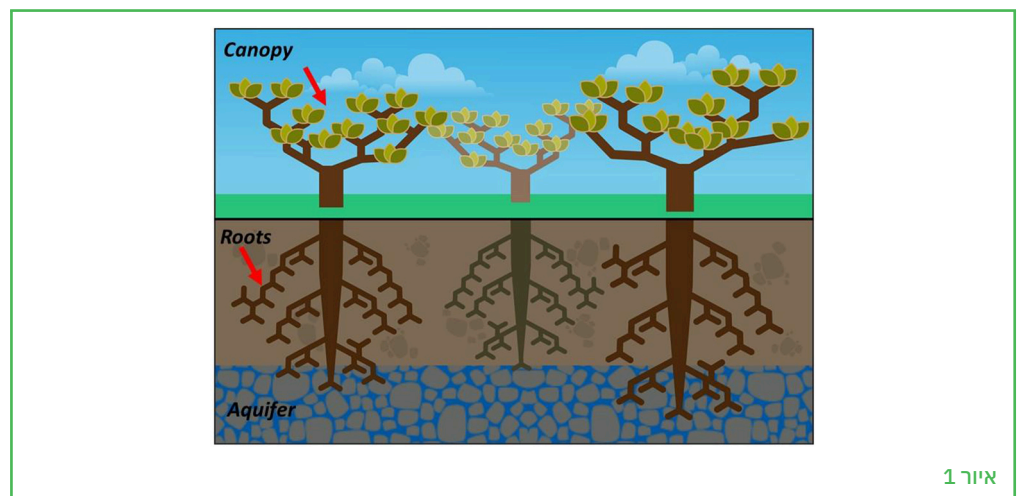
מיני יערות שמספקים תוצרים כמו עץ למשל.

**אקוויפר**  
(Aquifer)

אזור שיכול להעביר מים מתחת לאדמה, או לאחסנם שם.

**איור 1**

**הסראדו נקרא גם 'יער הפוך'.** שימו לב כיצד שורשי העצים (Roots) מגיעים לעומק גדול הרבה יותר באדמה לעומת הגובה שאליו צמרות העצים (Canopy) מתנשאות לשמיים! קרדיט לאיור: דוקטור John Toland Van Stan, II. Aquifer = שכבת סלע תת-קרקעית שבה מי תהום.



**כיצד עצים מסייעים להטעין מחדש את האקוויפר**

שורשי צמחים קולטימים רבים מהאקוויפרים של הסראדו במהלך העונה היבשה. אולם, הם גם מסייעים להחזיר הרבה מים לאקוויפרים האלה מאוחר יותר. האקלים בסראדו כולל גם עונה גשומה, אשר בדרך כלל מתרחשת בין החודשים אוקטובר לפברואר. האקוויפרים נטענים בגשם הזה, אך תלויים בצמחים כדי לקבל מִי גשמים מְטָה אליהם. אותם שורשי צמחים שמסירים מִי תהום מהאקוויפרים במהלך העונה היבשה מספקים דרכי ניקוז עבור מי גשמים לתוך האדמות ודרכן, במהלך העונה הגשומה. שורשים אלה יכולים לסייע לִמְי גשמים

להתנקז אל תוך האקוויפרים ולהטעין אותם. אם היינו מתבוננים מקרוב על אחד מהצמחים האלה, יכולנו לספור אלפי או אפילו מיליוני שורשים – כלומר אלפי עד מיליוני דרכים שבהן מי גשמים יכולים לנוע לאורך האקוויפרים ולהטעין אותם! אם נחפש שורשים זעירים בעזרת המיקרוסקופים שלנו, נראה אינספור נתיבי מים נוספים של שורשים קטנים המשתלבים עם השורשים של צמחים אחרים [1]. אם כן, מערכת השורשים המורכבת של הסראדו יכולה לקדם תנועה של מים מפני השטח של האדמה לאקוויפרים בעונה הרטובה, ולהזין את הצמחים בעונה היבשה.

## הגשם צריך להתגבר על מכשולים עליים וקליפתיים

הסיפור של שורשים ושל אקוויפרים מסובך קצת יותר, מאחר שהרבה מתרחש במסעם של מי גשמים בין צמרות העצים של הסראדו לבין פני השטח של האדמה. כאשר הגשם מגיע לעלים ולקליפות העץ ביער, הוא נאלץ להתקדם באחת משלוש דרכים... ולא כולן מובילות לפני השטח של האדמה! ראשית, חלק מהמים יאוחסנו בעלים ובקליפת עץ ובסופו של דבר יתאדו חזרה לאוויר. שנית, חלק מהמים יטפטפו על פני השטח, כאילו הענף היה לברז דולף. לבסוף, חלק מהגשם ידבק לקליפת העץ, לענפים ולגזעים ויתנקז כל הדרך מטה אל פני השטח של האדמה בתחתית גזע העץ. תהליך זה נקרא **stemflow** (סוג של מים חופשיים). **stemflow** מגיעה מענפים רבים שכולם מתנקזים מטה לנקודה אחת על פני השטח ממש ליד הגזע, כך שהיא יכולה להוביל לזרימה מרוכזת מאוד של מים לאדמה באותו המיקום. מקורה של ה-**stemflow** אינו גשם בלבד. למעשה, בחלק מהאזורים הצחיחים והצחיחים למחצה שבהם ישנם מעט מי גשמים, אדי מים מהאוויר מתעבים למים נוזליים כאשר הם נוגעים בצמח ומתנקזים לאדמה דרך **stemflow**.

חוקרים רבים מנסים להבין אילו גורמים משפיעים על ייצור **stemflow** בסראדו ובאזורים רבים אחרים ברחבי העולם. **stemflow** תלויה באופן שבו היער בנוי, כמו למשל כמות העצים באזור מסוים וסוגי מיני הצמחים שנמצאים שם. לדוגמה, יערות עם צפיפות עצים גבוהה יותר ואזור גדול יותר של עלים וקליפת עץ, נוטים לתפוס כמויות גדולות יותר של מי גשמים, שהופכים ל-**stemflow**. לעיתים, המבנה של עלי הצמח יכול להפחית את כמות ה-**stemflow**, לדוגמה אם העלים שעירים. במקרים כאלה, העלים עשויים לשמר את המים, אשר בסופו של דבר יתאדו ולא יגיעו לאדמה. הדרך שבה הקליפה של מיני עצים בנויה חשובה אף היא. בסראדו ישנם מינים רבים של קליפת עץ. קליפה עבה יותר (איורים 2A–C) יכולים להפחית **stemflow** על ידי ספיגה מוגברת ושאיבה של כל המים שמתנקזים במוך הגזע. קליפה דקה יותר (איורים 2D–F) לא תספוג אותה כמות של מים, מה שיאפשר לכמות רבה יותר של **stemflow** להגיע לאדמה.

## המכשול האחרון: חציית שכבת ה-Litter

עם הגעתה לתחתית הגזע, **stemflow** עדיין עשויה שלא להגיע לאדמה... במקום זאת היא עשויה לפגוש ב-**litter** – שכבה עבה של עלים שנפלו; ענפים; חרקים; פרחים; פירות ואפילו קליפות עצים שנפלו! שכבת ה-**litter** יכולה להגן על מים שמגיעים לאדמה שמתחת, ולחסום את מי האדמה מפני הרוח והשמש שעשויים לגרום להם להתאדות. חלק מהחוקרים מצאו כי **stemflow** מסוגלת לעבור ממש דרך שכבת ה-**litter** אל תוך האדמה. אם מצב

### Stemflow

מים שנתפסים על ידי עלים וענפים של עצים, ומנוקזים במורד הגזעים שלהם.

### אזורים צחיחים וצחיחים למחצה (Arid and semi-arid regions)

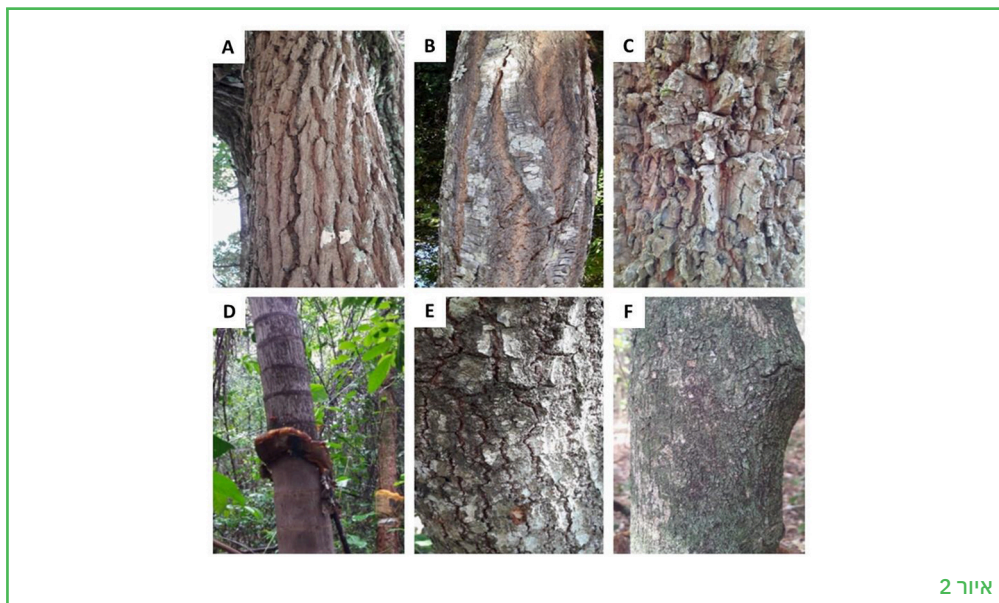
אזורים שבהם הגשם בדרך כלל קצר, אך עז מאוד.

### Litter

שכבה שמורכבת משאריות צמחים (עלים, ענפים) ומהצטברות של חומר אורגני בשלבי הירקבות שונים, שמכסים את פני השטח של האדמה.

## איור 2

דוגמאות לסוגי קליפת עץ בסראדו. בשורה העליונה מוצגים עצים בעלי קליפה עבה שיכולה לספוג חלק מה-stemflow, בעוד שבשורה התחתונה מוצגים עצים בעלי קליפה דקה המאפשרת ל-stemflow רבה יותר להגיע לאדמה. סוגי העצים שבתמונות: (A) candeia (B) אָרָז, (C) angico (D) שזיף, (E) pata de vaca (F) ipê amarelo.



איור 2

זה שכיח, אז stemflow יכולה להגיע אל האדמה ואל ההגנה של שכבת ה-litter על ידי 'נסיעה' על קליפת העץ ישר לתוך האדמה. בסראדו, נמצאו יותר מים באדמה שנמצאת מתחת לשכבת ה-litter של היער. אם כן, אולי לקליפת העץ יש תפקיד כפול! ראשית, היא מסייעת לנקז מי גשמים לאורך הגזעים ולתוך האדמה. לאחר מכן, ייתכן כי קליפת העץ שנפלה לשכבת ה-litter מסייעת להגן על המים שמגיעים לאדמה, ומאפשרת להם לחדור לאקוויפרים ולהטעין אותם מחדש!

## סיכום

היערות הפוכים של הסראדו, על שורשיהם הגדולים והעצים בעלי הקליפה העבה והמחוספסת, נקראו בהתאם 'עריסת מים'. אנו מקווים שכעת אתם מבינים טוב יותר את היחסים שבין היער למים. חשוב שחוקרים ימשיכו לחקור הידרולוגיה של יערות מאחר שישנן אינטראקציות ספציפיות רבות בין ביומים; המבנה שלהם; תכונות האדמה וההידרולוגיה של האדמה. מחקרים נוספים יסייעו לנו להגן על יערות סראדו בדרום אמריקה. אנו מקווים שבאחד הימים גם אתם תסייעו לחקור את הביום המרהיב הזה, ולהגן עליו!

## הודות

המחברות רוצות להודות לסוקרת הצעירה ולד"ר John T. Van Stan, II, על סיועו עם האיוורים. חלק מעבודה זו התאפשר הודות למימון מטעם המועצה הברזילאית הלאומית לפיתוח מדעי וטכנולוגי (CNPq) ול-International Paper Co., ברזיל.

## מקור

1. Fellet, J. 2020. *Como as Raízes do Cerrado Levam Água a Torneiras de Todas as Regiões do Brasil*. Available online at: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-39391161> (accessed March 17, 2017).

פורסם אונליין: 15 בספטמבר 2023

נערך על ידי: John T. Van Stan

מנחים מדעיים: Irina Moshkova

ציטוט: Tonello KC | Bramorski J (2023) האם עצים יכולים לסייע להחזיר מים לאדמה? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.589362-he

תורגם והותאם מ: Tonello KC and Bramorski J (2021) Can Trees Help Put Water Back Into the Soil? Front. Young Minds 9:589362. doi: 10.3389/frym.2021.589362

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

זכויות יוצרים © 2021 © 2023 Tonello | Bramorski. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים 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

ANNA-MARIE, גיל: 16

המקצוע האהוב עליי הוא ביולוגיה, אני אוהבת ביוניקה (חקירת פתרון בעיות הנדסיות לפי מודלים ביולוגיים). בעתיד ארצה לעבוד על חומרים חדשים ומצעים חדשים. אני סקרנית לגבי מסתרי היקום, יש כל כך הרבה לגלות!

## הכותבים

KELLY CRISTINA TONELLO

אני פרופסורית עמיתה באוניברסיטה הפדרלית של סאן קרלוס, וראש קבוצת מחקר מערכות אקולוגיות של הידרולוגיית יערות-גרעין סורוקבה (Hidrolef-Sorocaba). המחקר שלי מתמקד באופן שבו יערות קשורים למחזור המים ולתכולת המים באדמה. פרט למחקר, אני נהנית להיות בחוץ בטבע; לתיר באופן הרפתקני; לטפס על הרים ולבקר במקומות שמעולם לא הייתי בהם קודם. \*[kellytonello@ufscar.br](mailto:kellytonello@ufscar.br)





**JULIETA BRAMORSKI**

אני פרופסורית עמיתה באוניברסיטה הפדרלית של אמאפה, וראש קבוצת מחקר מערכות אקולוגיות של הידרולוגיית יערות-גרעין מקאפה (Hidrolef-Macapá). המחקר שלי מתמקד בהבנת האופן שבו נוכחותם של עצים פועלת בשימור מערכות אקולוגיות. פרט למחקר, אני נהנית להאזין למוזיקה ולצפות בסרטים.

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



**הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל**  
 Hebrew version provided by



**THE SAGOL NETWORK**