

DES BACTÉRIES BÉNÉFIQUES POUR LA SANTÉ DE NOS OS

Thaís Aguiar Santos, Luisa Souza Battistelli et Ana Lia Anbinder*.

Laboratoire de pathologie digestive, Département des sciences biologiques et du diagnostic digestif, Institut des Sciences et Technologies, Université de l'État de São Paulo, São José dos Campos, SP, Brésil.

Les os remplissent plusieurs fonctions importantes. Ils soutiennent le corps et protègent les organes internes. Avec l'âge et certaines maladies telles que l'ostéoporose, les os s'affaiblissent et peuvent se casser facilement. Mais ne t'inquiète pas ! Plusieurs traitements sont actuellement disponibles pour améliorer la santé des os. Cependant, certains de ces traitements ont des effets secondaires indésirables. C'est pourquoi les scientifiques ont étudié des traitements alternatifs de l'ostéoporose et de la perte osseuse. Savais-tu que de bonnes bactéries, connues sous le nom de probiotiques, peuvent améliorer la santé des os ? Bien qu'il s'agisse d'un domaine d'étude relativement nouveau, les résultats sont encourageants. Es-tu curieux de savoir comment les bons microbes peuvent battre les briseurs d'os ? Continue à lire pour trouver les réponses.

L'OS, SE CONSTRUIT EN PERMANENCE

Le corps humain est comme un grand puzzle composé de nombreuses pièces, notamment des organes, des muscles et des os. Le squelette humain se compose d'environ 206 os qui soutiennent le corps et protègent les organes internes. Des os sains peuvent résister à des mouvements puissants et soudains et à de fortes pressions. L'os grandit au fur et à mesure que nous grandissons. La matière osseuse la plus ancienne est constamment renouvelée pour mieux soutenir le corps,

OSTÉOCLASTE. Cellule osseuse qui digère le tissu osseux.

1. Retiens ce nom car dans la suite de l'article, les auteurs abordent l'activité de ces ostéoclastes.

OSTÉOBLASTE. Cellule osseuse qui construit le tissu osseux.

HOMÉOSTASIE OSSEUSE. Processus par lequel les cellules osseuses, comme les ostéoblastes et les ostéoclastes, travaillent ensemble pour maintenir le bon équilibre entre la dégradation et la reconstruction du tissu osseux.

ŒSTROGÈNES. Hormones féminines produites par les ovaires dont la fonction est de préparer la fécondation (rencontre d'un ovule et d'un spermatozoïde) et la gestation (développement du fœtus)

MÉNOPAUSE. Fin des cycles menstruels de la femme, ce qui signifie qu'elle n'a plus de règles et ne peut plus avoir d'enfants naturellement

réparer les petites blessures qui surviennent au quotidien et façonner le squelette. Pour que ce remplacement osseux se produise, l'os est digéré par des cellules osseuses spéciales appelées **ostéoclastes**¹ et reconstruit par d'autres cellules osseuses appelées **ostéoblastes**. Ce processus maintient le bon équilibre dans le tissu osseux, ce qu'on appelle l'**homéostasie osseuse**.

Vers l'âge de 30 ans, notre masse osseuse atteint son maximum ; c'est alors que le squelette est le plus solide [1]. Mais l'homéostasie osseuse diminue avec l'âge, ce qui entraîne une perte de la qualité et de la quantité de tissu osseux. D'autres facteurs contribuent à la perte osseuse, tels que le manque d'exercice, le tabagisme et la diminution des niveaux d'hormones appelées **œstrogènes** suite à un changement lié à l'âge chez les femmes appelé **ménopause**.

LES ŒSTROGÈNES, DES CHEFS DE CHANTIER IMPORTANTS

La ménopause est la fin des cycles menstruels de la femme, marquant le moment où elle ne peut plus avoir d'enfants naturellement, et cela survient généralement vers l'âge de 45 ans. Après la ménopause, les ovaires diminuent leur production d'œstrogènes, des hormones sexuelles importantes pour la reproduction. Ces hormones jouent aussi un rôle important dans le maintien de l'homéostasie osseuse.

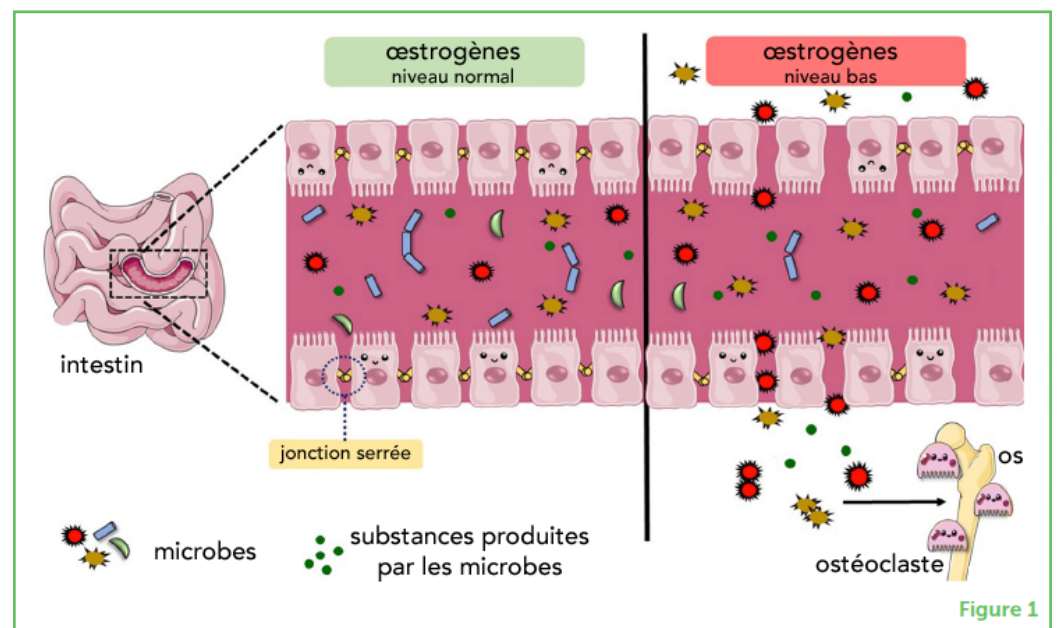


Figure 1. Les cellules qui forment la paroi de l'intestin sont normalement maintenues ensemble par des jonctions très serrées. À gauche : les hormones œstrogènes renforcent cette barrière intestinale ; cela maintient dans l'intestin les microbes – et les substances qu'ils produisent - qui, s'ils traversaient la barrière intestinale, pourraient causer des maladies. À droite : un faible taux d'œstrogènes diminue les jonctions serrées entre les cellules intestinales, ce qui augmente la perméabilité intestinale. Cela permet aux microbes et aux substances qu'ils produisent de pénétrer dans le sang et les tissus, ce qui entraîne une inflammation. L'inflammation stimule l'activité des ostéoclastes, conduisant à la destruction osseuse. La figure a été en partie créée à l'aide de Servier Medical Art, fourni par Servier, sous licence Creative Commons Attribution 3.0 unported.

PERMÉABILITÉ

INTESTINALE. Propriété de la paroi de notre intestin, contrôlant la facilité avec laquelle différentes choses la traversent et pénètrent dans le corps.

INFLAMMATION.

Composant important des mécanismes de défense de l'organisme (système immunitaire). Cependant, le maintien d'un équilibre est la clé d'une bonne santé, car une réponse inflammatoire exagérée peut être nocive.

OSTÉOPOROSE. Maladie osseuse qui affecte la structure des os, entraînant une perte importante de masse osseuse, ce qui rend les os fragiles et plus susceptibles de se casser.

HORMONOTHÉRAPIE.

Traitement à base d'hormones, visant à compenser la baisse des œstrogènes.

De faibles niveaux d'œstrogènes entraînent un déséquilibre entre les ostéoblastes et les ostéoclastes, ce qui entraîne une perte osseuse. Il est intéressant de noter qu'une réduction des œstrogènes affecte également l'intestin, ce qui peut également entraîner une perte osseuse.

L'intestin est l'un des plus grands de nos organes et il est essentiel à toutes les fonctions de l'organisme car il est responsable de l'absorption des nutriments. La paroi de l'intestin est constituée de cellules disposées côte à côte, normalement maintenues ensemble de façon très étroite. La diminution des œstrogènes après la ménopause réduit la solidité de cette jonction et, par conséquent, augmente la **perméabilité intestinale** (Figure 1). La perméabilité intestinale décrit la capacité de différentes choses à traverser la barrière intestinale. Son augmentation ouvre une porte pour les micro-organismes pathogènes et les substances qu'ils produisent, leur permettant d'atteindre les tissus et de provoquer une **inflammation**. L'inflammation stimule l'activité des ostéoclastes et contribue ainsi à la destruction osseuse.

L'OSTÉOPOROSE : QUAND LA DESTRUCTION L'EMPORTE SUR LA CONSTRUCTION

Un tissu osseux sain a une structure en nid d'abeille qu'on peut observer au microscope. L'**ostéoporose** est une maladie qui affecte cette structure et peut entraîner une perte importante de masse osseuse, ce qui rend les os fragiles et plus susceptibles de se casser. Le mot « ostéoporose » signifie « os poreux », où « poreux » décrit un matériau qui a beaucoup de petits trous. L'ostéoporose, provoque une augmentation de la taille des trous et des espaces dans la structure normale en nid d'abeille des os (Figure 2).

De nombreux facteurs peuvent augmenter le risque de développer l'ostéoporose, notamment le vieillissement, le manque de calcium ou de vitamine D, le manque d'exercice, le tabagisme et, surtout, des facteurs hormonaux. L'ostéoporose peut survenir chez les hommes et les femmes mais, comme nous l'avons déjà mentionné, elle survient plus fréquemment chez les femmes après la ménopause à cause d'une diminution spectaculaire des niveaux d'œstrogènes. Chez les hommes, l'hormone sexuelle testostérone est également importante pour la santé des os, mais les niveaux de testostérone diminuent plus lentement chez les hommes à mesure qu'ils vieillissent, de sorte qu'ils ont généralement un taux de perte osseuse plus lent que les femmes.

Certains médicaments, une **hormonothérapie** substitutive et des vitamines sont souvent utilisés pour prévenir l'ostéoporose ou pour traiter la maladie chez les femmes ménopausées. Cependant, ces médicaments peuvent avoir des effets secondaires désagréables et même dangereux. Par conséquent, les scientifiques ont essayé de trouver de nouveaux types de traitements de l'ostéoporose, tels que l'utilisation de bactéries spécifiques.

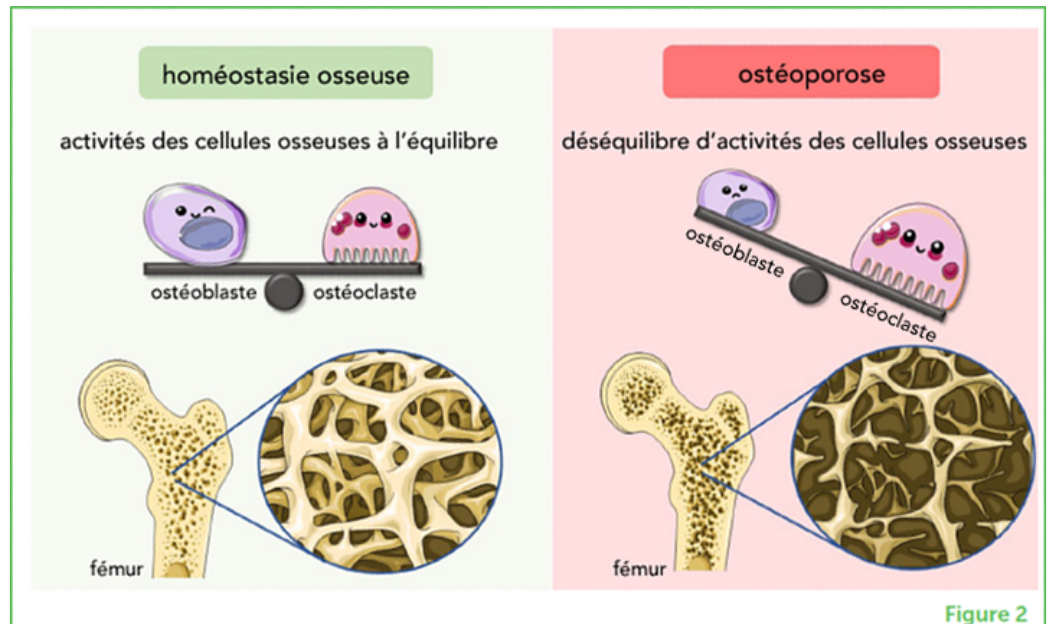


Figure 2. À gauche : l'équilibre entre la construction (activité des ostéoblastes) et la dégradation (activité des ostéoclastes) des os est appelé homéostasie osseuse. L'homéostasie osseuse est importante pour la santé des os. À droite : l'ostéoporose perturbe l'homéostasie osseuse, ce qui entraîne une trop grande activité des ostéoclastes et entraîne une destruction osseuse ; les os sont plus fragiles et se cassent plus facilement. La figure a été en partie créée à l'aide de Servier Medical Art, fourni par Servier, sous licence Creative Commons Attribution 3.0 unported.

QUE SONT LES PROBIOTIQUES ?

Des bactéries peuvent être la cause de nombreuses maladies, mais beaucoup sont au contraire bénéfiques et jouent un rôle important dans l'équilibre de l'organisme. L'intestin abrite divers micro-organismes utiles tels que des champignons, des virus et des bactéries qui vivent ensemble dans une communauté qui nous aide à digérer les aliments et nous protège contre certaines maladies. Au fur et à mesure que les chercheurs en apprennent davantage sur ces bactéries utiles, ils ont découvert plusieurs types de bonnes bactéries appelées **probiotiques**, qui peuvent aider à prévenir et à traiter certaines maladies, y compris l'ostéoporose. Lorsque les bactéries probiotiques vivantes sont consommées en quantités adéquates, elles peuvent améliorer notre santé [2]. Ce sont de chics types !

Les probiotiques sont à la base d'aliments et de boissons fermentés tels que le yaourt, la choucroute, le fromage et le **kombucha**. On a retrouvé des traces de boissons fermentées datant de 700 ans avant notre ère. En plus d'être présentes dans les aliments fermentés, les bactéries probiotiques font également partie des microbes normaux et sains retrouvés dans l'intestin, la bouche et le lait maternel des humains et d'autres animaux.

Chaque type de bactérie probiotique peut avoir des effets uniques sur la santé. Par exemple, les bactéries qui sont utiles pour les maladies

PROBIOTIQUES. Bactéries vivantes qui peuvent améliorer notre santé comme par exemple en aidant à prévenir et à traiter certaines maladies.

KOMBUCHA. Boisson fermentée à base de thé.

intestinales peuvent ne pas être aussi utiles contre les maladies osseuses, et *vice versa*. Les probiotiques ont été largement étudiés pour le traitement des maladies intestinales, telles que les maladies inflammatoires de l'intestin et la diarrhée. Récemment, les chercheurs ont remarqué que certaines bactéries probiotiques peuvent également être bénéfiques pour réduire la perte osseuse due à l'ostéoporose.

COMMENT LES PROBIOTIQUES PEUVENT-ILS AMÉLIORER LA SANTÉ DES OS ?

Les probiotiques peuvent atteindre l'intestin en étant présents dans les aliments ou pris sous forme de pilules ou de pastilles. En règle générale, ils ne passent pas dans la circulation sanguine. Alors, comment affectent-ils le tissu osseux situé loin de l'intestin ? Les scientifiques ne comprennent pas encore pleinement comment cela se produit ; cependant, il existe plusieurs hypothèses, dont beaucoup sont encore à l'étude (Figure 3).

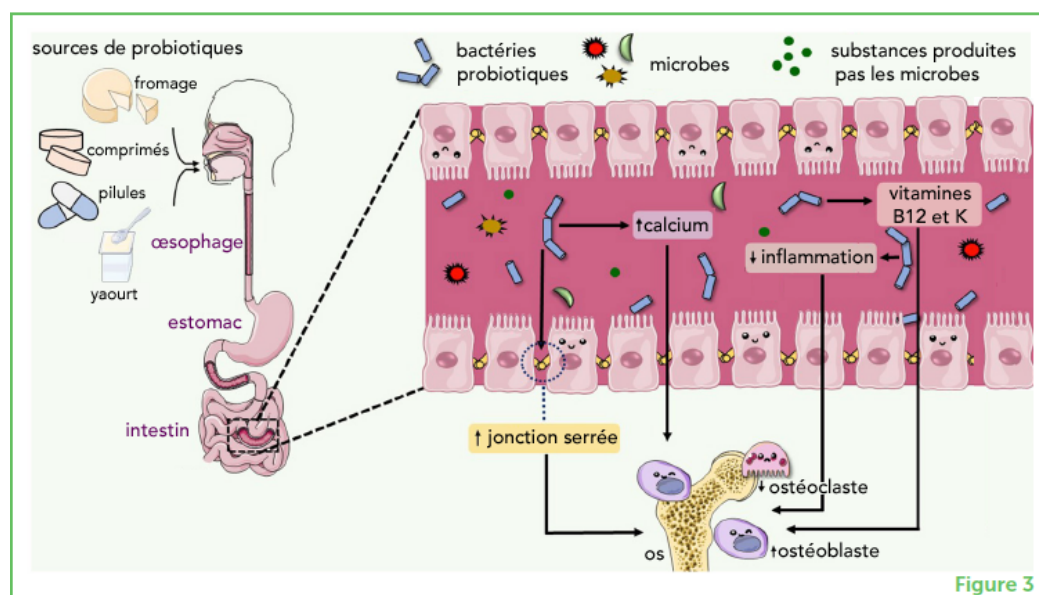


Figure 3

Figure 3. Les probiotiques peuvent être consommés par le biais d'aliments et de boissons fermentés, de pilules ou de comprimés. Une fois dans l'intestin, certaines de ces bonnes bactéries peuvent aider les cellules intestinales à se coller plus étroitement, ce qui empêche les microbes et les substances qu'ils produisent de pénétrer dans le sang et les tissus, réduisant ainsi l'inflammation. Les probiotiques peuvent aussi aider l'intestin à absorber le calcium, ce qui est essentiel à la santé des os. Les vitamines B12 et K sont produites par certaines bactéries probiotiques et sont également associées à la santé des os. La figure a été en partie générée à l'aide de Servier Medical Art, fourni par Servier, sous licence Creative Commons Attribution 3.0 unported.

Dans une première hypothèse, le système immunitaire, qui possède des cellules et des substances qui défendent le corps contre les envahisseurs dangereux, serait à l'origine du problème. En effet, il peut parfois être trop actif, et cette hyperactivité peut augmenter le nombre et l'activité des ostéoclastes. Si cela dure trop longtemps, la matière osseuse peut être détruite. Les probiotiques peuvent ajuster ce type de réaction immunitaire déséquilibrée à un niveau normal [3], ce qui peut éviter l'activité excessive des ostéoclastes et la destruction des os.

Une autre hypothèse concerne la perméabilité intestinale, dont nous avons parlé plus tôt. Les probiotiques renforcent la barrière intestinale et empêchent les bactéries et les produits microbiens de pénétrer dans la circulation sanguine. Cela peut éviter une activation excessive du système immunitaire et, comme nous venons de le décrire, aider à contrôler les ostéoclastes [4].

Enfin, une autre hypothèse suggère que les probiotiques produisent des substances qui aident l'intestin à absorber le calcium. Tu as probablement entendu dire que le calcium est important pour la santé des os, de sorte qu'une plus grande quantité de calcium absorbé peut conduire à des os plus solides [3]. De plus, certaines bactéries probiotiques produisent des vitamines B12 et K, qui passent dans la circulation sanguine et sont également importantes pour la santé des os.

CONCLUSION

Alors que de plus en plus de personnes vivent jusqu'à un âge avancé, l'ostéoporose devient un problème de santé publique de plus en plus important. Récemment, les scientifiques ont découvert que les probiotiques peuvent aider à prévenir et à combattre l'ostéoporose. Les mécanismes par lesquels les probiotiques aident à améliorer la santé des os sont encore à l'étude, mais les résultats obtenus jusqu'à présent sont encourageants. Les probiotiques peuvent réduire la perméabilité intestinale, diminuer l'hyperactivité du système immunitaire (qui peut entraîner la perte osseuse) et augmenter l'absorption et la production de nutriments, ce qui améliore la santé des os ! Il est important que les scientifiques continuent d'étudier le rôle des probiotiques dans l'ostéoporose afin de trouver des explications à de nombreuses questions encore sans réponse. Ces petites pièces du puzzle s'assemblent lentement pour former une vue d'ensemble de la façon dont les bonnes bactéries peuvent améliorer la santé des os. Il y a encore beaucoup à apprendre. Prête bien attention aux recherches futures pour voir si les microbes utiles peuvent battre les briseurs d'os !

RÉFÉRENCES

- [1] Zhu, X., Zheng, H. 2021. Factors influencing peak bone mass gain. *Front. Med.* 15 :53–69. doi : 10.1007/s11684-020-0748-y
- [2] FAO/WHO. 2001. Report of a joint FAO/WHO expert consultation on evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live Lactic acid bacteria. Available online at : <https://www.fao.org/3/a0512e/a0512e.pdf> (accessed November 1, 2023).
- [3] D'Amelio, P., Sassi, F. 2018. Gut microbiota, immune system, and bone. *Calcif. Tissue Int.* 102 :415–25. doi : 10.1007/s00223-017-0331-y
- [4] Ohlsson, C., Sjögren, K. 2018. Osteomicrobiology : a new cross-disciplinary research field. *Calcif. Tissue Int.* 102 :426–32. doi : 10.1007/s00223-017-0336-6

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été soutenus par la Fondation de recherche de São Paulo FAPESP [2021/097260].

VERSION FRANÇAISE

Cet article d'accès libre est une traduction avec modifications d'un article publié par Frontiers for Young Minds (doi: 10.3389/frym.2023.1205495 ; Santos T, Battistelli L and Anbinder A (2023) How Can Good Bacteria Improve Bone Health ?. Front. Young Minds. 11 :1205495).

TRADUCTION : Jean-Marie Clément, Association Jeunes Francophones et la Science

ÉDITION : Catherine Braun-Breton, Association Jeunes Francophones et la Science

MENTORS SCIENTIFIQUES : Ula Hibner, Catherine Braun-Breton

JEUNES EXAMINATEURS :

SHAÏNEZ, ALEXANDRE, GABRIEL, MANON 15 ANS

En classe de seconde générale dans le sud de la France, littéraires ou scientifiques, nous sommes sérieux, sportifs et travailleurs.

LOUANE, ALLAN, MARGAUX, LOU 15 ANS

Deux d'entre nous aiment les matières scientifiques et les deux autres non mais nous nous y intéressons tous les quatre.

CLÉMENT, LÉA, TIAGO, AMBRE, 15 ANS

Nous sommes un groupe d'élèves de seconde, intéressés par les sciences, vivant dans le sud de la France

ARTICLE ORIGINAL (VERSION ANGLAISE)

SOUMIS le 13 avril 2023 ; **ACCEPTÉ** le 27 octobre 2023 ;

PUBLIÉ EN LIGNE le 13 novembre 2023.

ÉDITEUR : Viduranga Waisundara

MENTORS SCIENTIFIQUES : Priya Bhosale, Jamal Houssaini

CITATION : Santos T, Battistelli L and Anbinder A (2023) How Can Good Bacteria Improve Bone Health ?. Front. Young Minds. 11 :1205495. doi : 10.3389/frym.2023.1205495

DÉCLARATION DE CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent que les travaux de recherche ont été menés en l'absence de toute relation commerciale ou financière pouvant être interprétée comme un conflit d'intérêt potentiel.

DROITS D'AUTEURS

Copyright © 2023 Santos, Battistelli and Anbinder

Cet article en libre accès est distribué conformément aux conditions de la licence Creative Commons Attribution (CC BY). Son utilisation,

distribution ou reproduction sont autorisées, à condition que les auteurs d'origine et les détenteurs du droit d'auteur soient crédités et que la publication originale dans cette revue soit citée conformément aux pratiques académiques courantes. Toute utilisation, distribution ou reproduction non conforme à ces conditions est interdite.

JEUNES ÉVALUATEURS

HANIYEH, 15 ANS

Bonjour, je m'appelle Haniyeh. J'ai 15 ans et je suis attirée par à peu près tout ce qui touche à la biologie. Les animaux, les humains, les insectes et les microbes m'intéressent particulièrement depuis que je suis petite. Pendant mon temps libre, j'aime aussi dessiner et créer de l'art.

HRISHIKA, 14 ANS

Hrishika adore raconter des blagues. Elle adore la science.

PRIYANKA, 14 ANS

Priyanka adore dessiner des dragons et est une artiste incroyable.

AUTEURS

THAÍS AGUIAR SANTOS

Je suis doctorant dans le programme de bio-pathologie buccale de l'Institut des Sciences et Technologies de l'Université d'État de São Paulo, où j'ai également obtenu ma maîtrise. J'adore travailler avec les micro-organismes et la pathologie ! Quand je ne suis pas au laboratoire, j'aime voyager et découvrir de nouvelles cultures.

LUIZA SOUZA BATTISTELLI

Je suis étudiante de premier cycle dans le programme de dentisterie à l'Institut des Sciences et Technologies de l'Université d'État de São Paulo. J'aime vraiment étudier la pathologie et travailler dans la recherche scientifique. J'aime aussi cuisiner et voyager.

ANA LIA ANBINDER

Je suis professeure de pathologie buccale à l'Université d'État de São Paulo. J'enseigne en dentisterie à des étudiants de premier cycle et des cycles supérieurs, et ce que j'aime le plus, c'est le son que j'entends lorsqu'un étudiant découvre ou comprend quelque chose de nouveau : Ahhhh ! Lorsque j'ai commencé à étudier les effets des probiotiques sur les os, j'ai trouvé le sujet si intéressant que j'ai moi-même émis ce son que j'adore. Le chocolat et les chiens sont mes autres passions !

[*ana.anbinder@unesp.br](mailto:ana.anbinder@unesp.br)