

# L'Amazonie millénaire de l'état d'Espírito Santo

La forêt atlantique de l'état  
d'Espírito Santo possède des  
vestiges de la forêt amazonienne  
d'il y a 7 800 ans

TEXTE **Carlos Fioravanti**

PHOTOS **Eduardo Cesar**, de Linhares

PUBLIÉ EN AVRIL 2012

Lac do Macuco,  
réserve de  
Sooretama :  
ancienne  
mangrove

Avec un tronc rougeâtre de près de 2 mètres de diamètre et 25 mètres de hauteur, une écorce qui fait penser à des écailles de poisson, l'arbre *jueirana-vermelha* ou *Parkia pendula* est l'une des espèces typiques de la forêt amazonienne qui ont commencé à être rencontrées il y a 30 ans dans une réserve de forêt atlantique de Linhares, au nord de l'Espírito Santo et à 2 400 km de la bordure de la forêt amazonienne actuelle [Note de traduction : l'état d'Espírito Santo ne fait pas partie des états d'Amazonie]. Cependant, jusqu'à aujourd'hui personne ne sait encore très bien pourquoi ils sont là. Et pour pimenter un peu plus le mystère, des spécialistes de São Paulo sont littéralement en train de déterrer les paysages du passé. Sur la base d'analyses de la terre et du pollen extraits des sédiments du fond d'un lac, ils révèlent que les espèces amazoniennes vivaient déjà dans cette région il y a au moins 7 800 ans.

Ces données indiquent que des espèces se sont maintenues ou ont disparu par suite des variations du climat et du sol survenues au cours de milliers d'années. Elles suggèrent aussi d'éventuelles interactions entre des milieux aujourd'hui distants et isolés – la forêt côtière et l'Amazonie. Et plus globalement, elles signalent la tendance des transformations, la résistance ou la fragilité des différentes formes de végétation primaire du pays en réponse aux variations climatiques. Pour Luiz Carlos Pessenda, chercheur du Centre d'Énergie Nucléaire de l'Agriculture (Cena) de l'Université de São Paulo (USP) à Piracicaba, « s'il n'y a pas d'interférence humaine ni changements climatiques intenses, les forêts denses tendent à



avancer sur les zones ouvertes, occupées par les champs ». Physicien de formation, il coordonne les relevés qui 'refont' la forêt submergée du nord de l'état d'Espírito Santo.

Au cours des 20 dernières années, Pessenda a fait près de 200 trous à travers les régions du nord, nord-est, centre-ouest et sud-est en quête de pollens dans des sédiments terrestres et lacustres et dans des échantillons de sol. Il en a déduit que depuis 4 000 ans les zones ouvertes n'ont cessé de se raréfier. Mais peut-être pas à Linhares, où il a parcouru ces forêts pour la première fois il y a 4 ans et vu les champs primaires – près de 20 zones circulaires avec un couvert végétal et très peu d'arbres, qui croissent sur un sol fortement sableux et résistent au milieu de la forêt dense : « Il y a 8 000 ans, il y avait ici des îles de forêt amazonienne, où le climat n'a pas beaucoup changé, ou alors la forêt amazonienne arrivait jusqu'ici ».

Sur la base des données obtenues jusqu'à présent, Pessenda et son équipe du Cena ont conclu que le climat du nord de l'état d'Espírito Santo a dû être relativement stable au long des 15 000 années qui viennent de s'écouler. Dans ce sens, la superficie, la composition et la structure des forêts ont sans doute connu peu de modifications au contraire d'autres régions du pays où les forêts diminuaient ou disparaissaient à cause de variations climatiques intenses. Ce contraste suggère que les forêts de l'état d'Espírito Santo peuvent avoir été des refuges biologiques, préservant des espèces de plantes et d'animaux qui se sont éteintes dans d'autres lieux ou encore servant d'espace pour la formation de nouvelles espèces à mesure qu'elles se séparaient d'autres. Pessenda a aussi procédé à

des relevés sur l'archipel de Fernando de Noronha. Il a constaté que l'endroit n'avait pas beaucoup changé en termes de végétation, mais que le trait de côte avait avancé : « La mangrove qui se trouve à 200 mètres du bord de mer était une plage il y a environ 5 000 ans ».

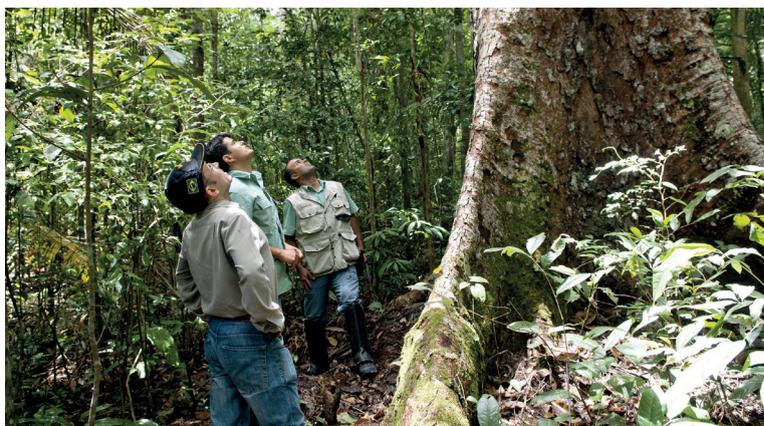
Si elle est confirmée par d'autres études, la possibilité d'avoir été un refuge avec des forêts il y a des milliers d'années pourra augmenter la valeur biologique de ces forêts qui, un demi-siècle auparavant, étaient continues jusqu'au sud de l'état de Bahia et ont été baptisées de hiléia bahianaise en raison de leur ressemblance avec l'Amazonie. Les forêts ont beaucoup diminué avec l'expansion des villes et le développement économique – Linhares a déjà été un centre important de production de meubles en bois extrait des forêts primaires. Mais une vaste zone de 45 000 hectares subsiste (la moitié étant une zone publique fédérale préservée, la réserve biologique de Sooretama, et l'autre moitié est préservée par le groupe minier Vale) et elle est entourée de cultures de café et de papaye.

D'après Gilberto Terra Ribeiro Alves, ingénieur forestier et coordonnateur de recherche de la Réserve Naturelle Vale (RNV), « la biodiversité a sauvé la forêt de cette région ». Le groupe minier a commencé à former la réserve en 1995 en achetant des propriétés agricoles possédant des forêts primaires. L'idée initiale était de couper les arbres sur le mode de l'exploitation sélective et d'utiliser le bois pour construire des traverses pour la voie ferrée Vitória-Minas, qui transporte le minerai de fer du *Quadrilátero Ferrífero* jusqu'au port de Vitória. Mais pour cela il aurait fallu adapter les méthodes de

production et les machines de coupe pour chaque arbre provenant de la forêt. Finalement, il fut plus simple et moins coûteux de faire des traverses avec des eucalyptus plantés dans la région.

Un autre avenir s'est donc profilé à l'horizon pour la réserve de Vale : elle est devenue une zone de préservation de la forêt atlantique caractéristique de cette région, ladite forêt à plateaux. Près de 100 projets spécifiques y sont actuellement développés, en particulier dans les domaines de la sylviculture d'espèces non traditionnelles et de restauration forestière. Il s'agit aussi d'un espace pour des recherches en botanique et en écologie. Selon Alves, la réserve abrite aujourd'hui près de 60 projets de recherche en cours de réalisation par des équipes de 17 institutions brésiliennes et 8 étrangères ; sans oublier un herbier de quasiment 4 000 espèces et des collections de semences, bois et fruits, un outil précieux pour compléter l'identification d'espèces recueillies dans la forêt.

Siqueira, le responsable de l'herbier, est né à Linhares mais n'était jamais entré dans une forêt avant de commencer à travailler dans la réserve en 1995. Au début, il avait très peur de s'y aventurer : « Quand j'entrais dans la forêt, mes poils se dressaient et mon cœur s'emballait. [...] Peu à peu, j'ai vu que la forêt n'était pas aussi effrayante qu'elle en avait l'air ». Depuis, il a récolté 800 plantes de la forêt pour renforcer l'herbier et est très souvent sollicité pour identifier des espèces par des botanistes chevronnés, à l'exemple de José Rubens Pirani de l'USP. Pirani est venu à la réserve en février 2011 pour observer sur place la *Spiranthera atlantica*, une nouvelle espèce et la première occurrence dans la forêt atlantique d'un genre d'arbre



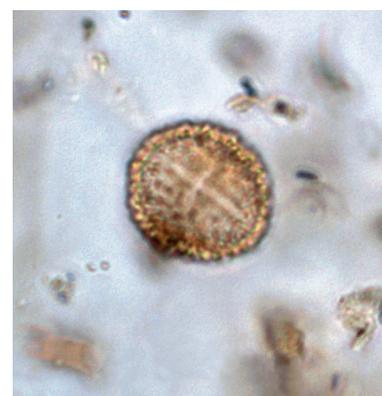
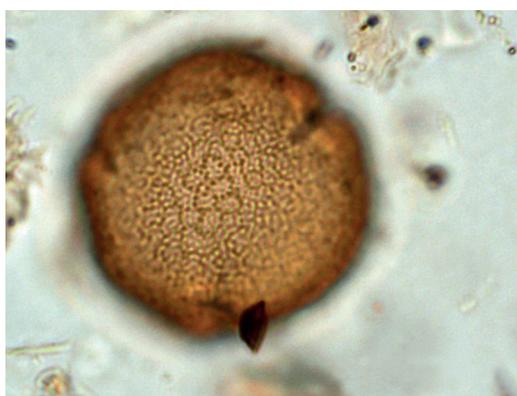
Buso, Alves et Siqueira devant un *Parkia pendula* monumental (photo augmentée sur l'autre page)

auparavant seulement rencontré en Amazonie et dans le *cerrado* [Note de trad. : région de savane néotropicale]. Avant sa venue, Siqueira lui avait envoyé un échantillon pour identification.

Un premier relevé a montré qu'environ 800 espèces d'arbres et de palmiers (les plus abondants sont typiques de la forêt atlantique) sont disséminées dans la réserve de l'entreprise Vale, et même que certaines ne sont rencontrées que dans ces forêts, comme deux espèces d'*ipês* (*Tabebuia*). Lors d'un comptage récemment achevé, une équipe de l'Université Fédérale de Viçosa (UFV) dans l'état de Minas Gerais a rencontré 142 espèces d'arbres qui sont aussi présentes en Amazonie – et certaines d'entre elles aussi dans le *cerrado* et la forêt épineuse du nord-est (*caatinga*). C'est Sebastião Venâncio Martins, professeur de l'UFV et ingénieur forestier, qui coordonne les études de terrain dans les forêts de Linhares : « Les espèces d'autres écosystèmes ne sont pas les plus importantes en termes de nombre d'individus, mais elles présentent une grande diversité ». D'autre part, des espèces telle que *Parkia pendula* aident à former la canopée, la partie la haute de la forêt. Pour Martins, la plus grande concentration d'espèces amazoniennes dans les zones les mieux préservées et les plus éloignées des bords de la forêt de la réserve – une donnée vérifiée par le doctorant Fernando Magnago, dont il dirige la thèse – renforce la nécessité de préservation



Pollens d'arbres de la forêt atlantique et de l'Amazonie retirés du sédiment provenant du fond du lac : *Rinorea* (à gauche), *Glycydendron* (en bas à gauche), *Apeiba-Hydrogaster* et *Simarouba*



PHOTOS A.A. BUSO JR. / CENIA-USP

de grandes superficies de forêts primaires dans cette région de l'Espírito Santo.

Une question continue de hanter l'esprit de ceux qui voient ces forêts : Pourquoi ces espèces d'arbres amazoniens se trouvent-ils ici ? Le biologiste Antonio Álvaro Buso Junior, collègue de Pessenda au Cena, pense qu'« il peut y avoir eu une connexion entre l'Amazonie et la forêt atlantique, peut-être par l'intermédiaire des forêts proches des fleuves. [...] Quand ? Il y a peut-être 10 ou 20 millions d'années. Ou plus récemment, il y a 50 ou 100 ans. La connexion peut avoir été faite au moyen des ripisylves et avoir été défaite avec la déforestation ».

Pirani va dans le même sens : « Plusieurs études paléobotaniques ont démontré qu'à une époque de climat plus humide et plus chaud il y avait des corridors boisés et des fragments de forêts là où se trouvent aujourd'hui la *caatinga* et le *cerrado* ». Quant à Martins, il estime qu'en plus de liens lointains probables entre des types de végétations aujourd'hui très différentes mais qui devaient dans le passé former un tapis vert continu, cette forêt présente un sol sableux, un relief plat et un climat marqué par des pluies constantes et similaires à celles de l'Amazonie. Ces ressemblances aident à expliquer la survie d'espèces communes dans les forêts primaires de la région nord du Brésil.

#### DU FOND D'UN LAC

En équilibre sur des bateaux pneumatiques, Álvaro et Paulo Eduardo de Oliveira, chercheur de l'Université São Francisco qualifié dans ce domaine, ont recueilli des échantillons de sédiments jusqu'à 2 mètres de profondeur du lac do Macuco – un lac situé dans la réserve de Sooretama, d'environ 1 km de large et 3 mètres de profondeur. De retour au Cena, Álvaro a identifié du pollen de 234 genres ou familles d'arbres, arbustes, herbes, fougères et plantes aquatiques (chaque grain de pollen mesure entre 20 et 60 micromètres) : « L'identification par le pollen permet une identification taxonomique sûre seulement jusqu'au niveau du genre ».

La majorité des genres reconnus représentait des espèces d'arbres typiques de la forêt atlantique, et certains, comme le genre *Hydrogaster*, exclusifs des forêts à plateaux du sud de l'état de Bahia et du nord de l'état d'Espírito Santo. D'autres genres sont rencontrés en Amazonie et dans la forêt atlantique, à l'exemple de *Glycydendron*, *Rinorea* et *Senefeldera*. « Pourquoi pensez-vous qu'ils sont venus de là ? », observe Domingos Folli, le botaniste qui a précédé Siqueira à l'herbier et réalisé pas moins de 6 800 collectes. « Ils ont pu partir d'ici ». Certes, le flux a peut-être été à double sens.

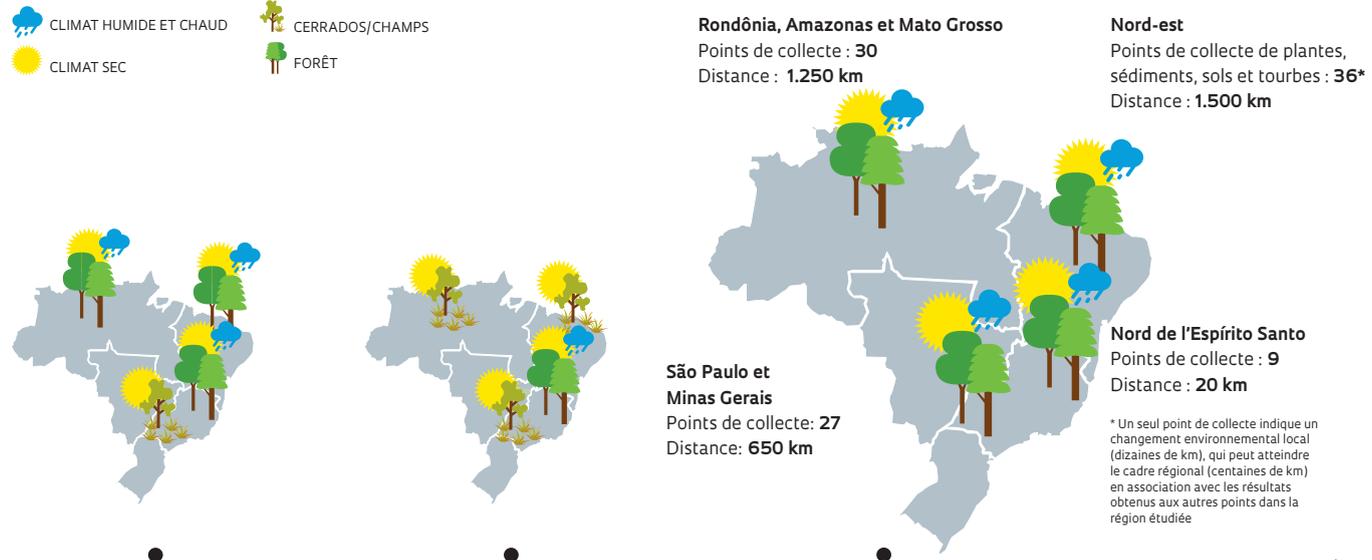
Les semences des arbres ont pu être transportées par le vent, la pluie, les rivières ou les ani-



## Surprise en pleine forêt : un perroquet en train de chanter une chanson de Xuxa

maux qui circulaient dans les zones de communication entre des forêts possiblement connectées auparavant et beaucoup plus vastes. Aujourd'hui encore vivent ici des jaguars et autres raretés, telles la harpie féroce et des hoccos. L'une des 380 espèces d'oiseaux de ces forêts déjà identifiées est le piauhau hurleur (*Lipaugus vociferans*), typique de l'Amazonie. Là-bas comme ici, on le voit difficilement parce que son plumage se confond avec la végétation ; mais c'est un des premiers oiseaux qui se met à chanter quand il aperçoit des gens, comme s'il donnait l'alarme. Un jour, alors qu'il marchait dans la forêt, Álvaro a entendu quelque chose d'encore plus rare : des perroquets chantant une musique de Xuxa, une star contemporaine de la télévision brésilienne ! D'abord incrédule, il a appris par la suite qu'une bande de perroquets élevés chez des gens avait été relâchée il y a quelques jours et qu'ils reproduisaient encore le répertoire de leur époque de captivité.

# Le va-et-vient des champs et des forêts



INFOGRAPHIE TIAGO CIRILLO

## 15 000 À 9 500 ANS AVANT

Les forêts prédominent dans le nord-est et le nord du Brésil, sous un climat probablement chaud et humide. Les champs et les *cerrados* s'étendent au sud-est sous un climat sec ou moins chaud et humide

## 9 500 À 4 000 ANS AVANT

Favorisés par l'expansion du climat sec, les champs et les *cerrados* avancent au nord et au nord-est

## 4 000 ANS AVANT À AUJOURD'HUI

La prédominance du climat humide favorise l'expansion des forêts sur les champs et les *cerrados*

SOURCE LUIZ PESSENDA/CENA-USP

## VESTIGES DE LA MER

Dans le matériel recueilli au fond du lac, Álvaro a rencontré du pollen de trois genres d'arbres typiques des mangroves, ce qui indique qu'une épaisse mangrove a dû occuper les bords du lac et des rivières qui l'alimentent il y a près de 8 000 ans. Les analyses de carbone 14 menées par Pessenda vont d'ailleurs dans le même sens.

Du haut du ravin qui surplombe le lac de quasiment 30 mètres, Álvaro explique que « cette zone a déjà été un estuaire et que l'eau de mer a dû arriver jusqu'ici il y a au moins 8 000 ans ». Des squelettes calcifiés d'algues et d'éponges marines trouvés au fond du lac – bien plus grands que les grains de pollen, jusqu'à un demi millimètre de diamètre – renforcent la conclusion selon laquelle l'eau des rivières alentours s'est sans doute mélangée à l'eau de mer 10 000 ans auparavant – aujourd'hui, la mer se trouve à 23 km de distance. Pessenda pense que « les mangroves, que l'on ne voit aujourd'hui qu'au nord, à la frontière avec l'état de Bahia, ont dû disparaître avant l'occupation humaine, quand le niveau de la mer a reculé ». En collaboration avec Marcelo Cohen, spécialiste en évolution de paléomangroves de l'Université Fédérale de l'état du Pará, le groupe du Cena tente de découvrir les limites géographiques et les causes possibles de la disparition de cette végétation. Dans une étude précédente, Pessenda en est arrivé à la conclusion qu'une forêt occupait, il y a près de

40 000 ans auparavant, les zones actuellement recouvertes de mangroves sur l'île du Cardoso (littoral sud de l'état de São Paulo), et ce parce que le trait de côte était à près de 100 km d'où il se trouve aujourd'hui.

D'après le géologue Paulo Giannini et son équipe de l'Institut des Géosciences de l'USP, le niveau de la mer sur le littoral de l'état d'Espírito Santo devait être supérieur d'environ 4 mètres il y a 6 000 ans. Leur conclusion s'appuie sur des analyses de fossiles de vermetes (*Petalococonchus varians*), des mollusques gastéropodes qui forment des colonies sous les rochers en accompagnant la ligne de flottaison.

Giannini vient souvent à Linhares : « Il y a deux ans, Pessenda m'a demandé de découvrir le pourquoi de la présence des champs primaires. [...] La végétation n'est pas seulement le résultat du climat ; il faut voir aussi l'influence du substrat par exemple, s'il y avait des lacs dans la région des milliers d'années auparavant, qui se sont ensuite ensablés et ont donné forme aux zones où ont poussé des groupes spécifiques de plantes ». Les champs des forêts du nord de l'état d'Espírito Santo sont des zones circulaires de 100 à 500 mètres de diamètre, qui font penser à une piste d'atterrissage pour navettes spatiales. Ils peuvent être différents entre eux. Dans l'un d'eux, la couche de sable occupe quasiment 1 mètre avant d'atteindre une couche noire et compacte, riche en métaux et matière organique ;

## LE PROJET

Études paléo-environnementales interdisciplinaires sur le littoral de l'état d'Espírito Santo - n° 11/00995-7

### MODALITÉ

Projet Thématique

### COORDONNATEUR

Luiz Carloz Ruiz Pessenda – Cena/USP

### INVESTISSEMENT

1 027 868,62 reais (FAPESP)



Champs entourés par la forêt et bloc de la couche compacte sous le sable : résistance

dans un autre, la couche de sable fait pratiquement 2 mètres de profondeur.

Sur ce sol pauvre en substances nutritives poussent différentes espèces de graminées, plutôt rases sur un terrain et plus hautes sur un autre, parfois avec quelques arbres isolés – qui fait penser aux formes plus ouvertes de *cerrado*. Un arbre isolé dans l'un des champs abrite une *Sobralia liliastrum*, une orchidée aux fleurs blanches qui est commune dans les forêts de la région Chapada Diamantina (sud de l'état de Bahia) et parfois dans les forêts de la région montagneuse des Carajás (état du Pará).

Parce qu'il s'agit d'arbres habitués à une terre plus fertile, les spécialistes pensent que les arbres de la forêt qui entourent les champs pourraient difficilement survivre dans cet espace pauvre en substances nutritives et qui, en plus, se recouvre d'une couche d'eau de 10 à 15 cm pendant la période des pluies. Une végétation de hauteur intermédiaire occupe les zones les plus proches de la forêt, mais jusqu'à présent personne n'est encore en mesure d'affirmer si les champs sont en train de gagner du terrain sur les forêts, s'ils reculent ou s'il y a simplement une oscillation annuelle conformément à la saison sèche ou pluvieuse. « Si le climat saisonnier se maintient », signale Pessenda, « les arbres sur la terre ferme autour des champs ne vont probablement pas avoir l'audace de coloniser le terrain d'autrui, qui très souvent regorge d'eau. Ce n'est pas son milieu ! »

## À l'exception du Brésil, quand personne ne s'en mêle les forêts avancent sur les zones de champs

Siqueira quant à lui croit que les champs sont en train de rétrécir. Il dit en avoir déjà vu disparaître plusieurs à cause du retrait répété du sable par l'homme. Le sable est très utilisé pour la construction de maisons et d'immeubles, et parfois l'extraction dure des années. Pour Martins de Viçosa, « s'il n'y a pas de grandes interventions ils auront tendance à se maintenir tels qu'ils sont, grâce au type de sol qui bloque l'avancée des espèces forestières ». Pessenda présume que les terrains occupent la même zone « depuis au moins 15 000 ans ».

En 20 ans de travail sur le terrain, ce qu'il a le plus constaté ce sont les forêts « avalant » les champs. C'est notamment ce qui s'est produit à Humaitá dans le sud de l'état d'Amazonas et qu'il a accompagné pendant 5 ans. Les premières années, il étendait une ficelle pour marquer les limites entre la forêt et les champs. Quand il revenait l'année suivante, il avait du mal à localiser la ficelle : elle avait été englobée par la forêt qui avait avancé d'1 ou 2 m sur les champs (cf. carte).

Pessenda raconte qu'il a dû se faire opérer de l'épaule à cause de l'effort exigé pour faire des trous (aujourd'hui les étudiants l'aident, bien sûr), mais qu'il n'a aucunement l'intention d'arrêter. Il est en train de planifier les prochains voyages et l'agrandissement du laboratoire de 240 à 400 m<sup>2</sup> (en 1990, il faisait 90 m<sup>2</sup>) : « Nous allons au sud de l'état de Bahia en quête de signaux de mangroves, de champs et de forêts anciennes ». En outre, ce domaine d'études s'avère très riche : des équipes des états de Rio de Janeiro et du Rio Grande do Sul (notamment) refont des paysages vieux de plusieurs milliers d'années en se basant sur des analyses de pollen et de terre, et imaginent leur transformation.

Preuve que ce champ de recherche a le vent en poupe : le navire océanographique allemand Maria Merian est parti de Recife le 11 février 2012 pour collecter des sédiments de l'embouchure des fleuves Parnaíba et Amazonas, ainsi que de la côte de la Guyane française. Un autre objectif est de reconstituer l'évolution du climat de la région amazonienne des 2 000 années qui viennent de s'écouler. À bord du navire se trouvait le géologue Cristiano Chiessi de l'USP, l'un des chercheurs brésiliens de l'équipe : « En ce moment [début mars], nous sommes à l'embouchure du fleuve Amazonas et nous avons déjà collecté des témoignages sédimentaires d'excellente qualité ainsi que des échantillons de la colonne d'eau, et nous avons pu cartographier le delta sous-marin du fleuve Amazonas avec une résolution spatiale particulièrement impressionnante. [...] Notre destination finale est Bridgetown, à la Barbade, où nous devons arriver le 7 mars ». ■