

Caractérisation des favelas par imagerie satellitaire pour un meilleur suivi sanitaire des populations

Y. Fouzai, L. Demagistri, C. Teillet, T. Catry, C. Bernard, B. Pilot, P. Peiter, E. Roux, R. Gracie, N. Dessay

1. Contexte

Au Brésil, l'expansion et la densification urbaine, ainsi que la concentration de populations vivant dans des conditions de vie difficiles et précaires sont des questions majeures.

D'après le recensement de 2020 le pays compte 13351 favelas (IBGE). La détection et la prise en charge des problèmes de santé, ainsi que l'évaluation de la situation épidémiologique restent difficiles : sur-occupation des logements, absence de recensement de la population, manque d'assainissement, accès aux soins insuffisants, peu d'informations fiables sur le nombre de cas (malades)...

Du fait de l'absence de plan d'aménagement et de leur constante évolution, les favelas présentent une grande hétérogénéité de types et d'organisations du bâti, de contextes environnementaux, et socio-démographiques.

2. Objectifs

- Cartographier l'extension des quartiers informels et leur **dynamique spatio-temporelle**
- Dégager une **typologie de ces quartiers** en lien avec les **données démographiques et épidémiologiques** disponibles

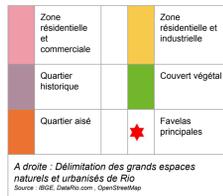
3. Sites d'étude et données

Sites d'étude correspondant à des zones géographiques cibles de nos projets de recherche (Rio, Brasilia, Macapa, etc.). Utilisation de données satellites Haute Résolution (Landsat, Sentinel) et Très Haute Résolution (Pléiades, SPOT 6/7).

Rio de Janeiro



Composition colorée image Sentinel 2



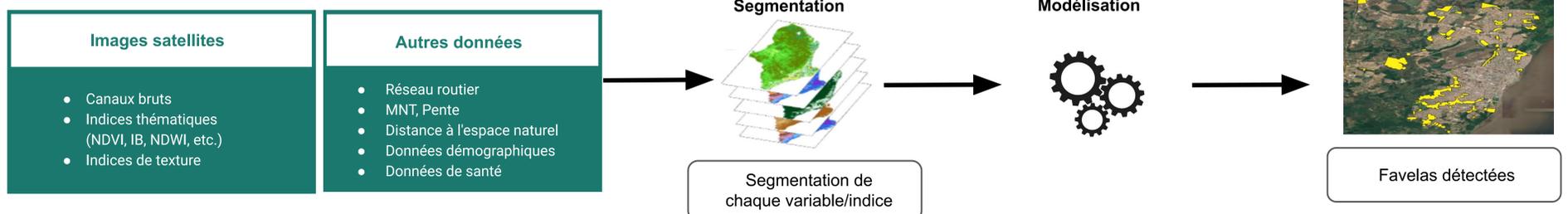
Macapa



Canal panchromatique Pléiades : zone Nord

4. Méthodologie

Constitution d'une base de descripteurs à partir d'**informations issues des images satellites** (canaux, produits dérivés et indices thématiques), ainsi que de **données exogènes** (réseaux routiers, etc.) ou de produits issus d'analyse spatiale. Mise au point d'un modèle de détection des favelas (par approches supervisées ou semi-supervisées).



5. Résultats

Descripteurs issus du réseau routier

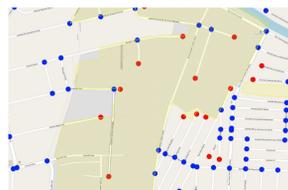


Calcul du nombre de connexions routières sur chaque nœud du réseau routier (OpenStreetMap). Séparation des nœuds en fonction du nombre de connexions :

- **en rouge** : 1 ou 2 connexions
- **en bleu** : ≥ 3 connexions

Localisation fréquemment en connexion avec les favelas

Alignements et régularité caractéristiques des quartiers résidentiels



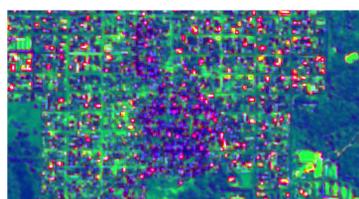
Descripteurs issus de l'approche texturale

Différenciation des unités intra-urbaines via l'algorithme d'analyse de texture non supervisé FOTOTEX (algorithme utilisant les transformées de Fourier - <https://framagit.org/benjaminpilot/fototex>).

Les zones de favelas sont mises en évidence et apparaissent dans des clusters spatiaux violets.

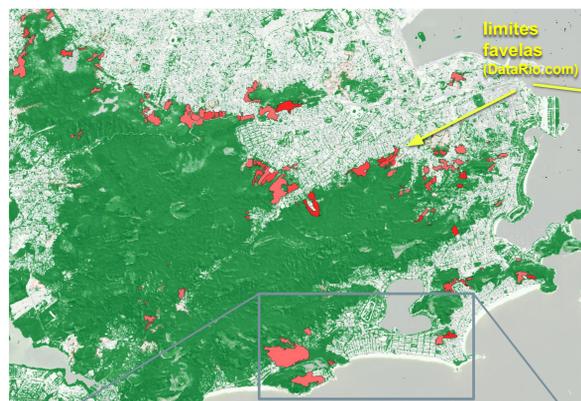


Extrait canal panchromatique Pléiades - Macapa

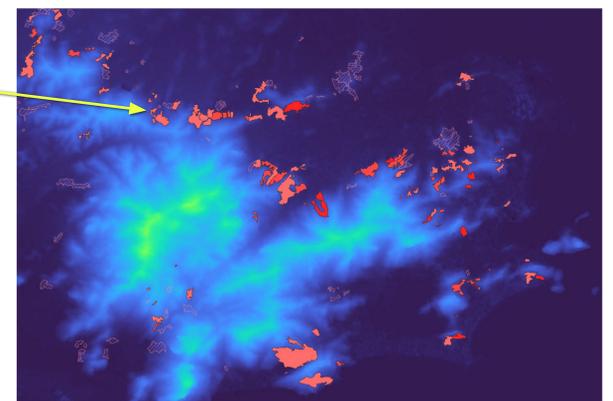


Composition colorée des canaux en sortie de FOTOTEX

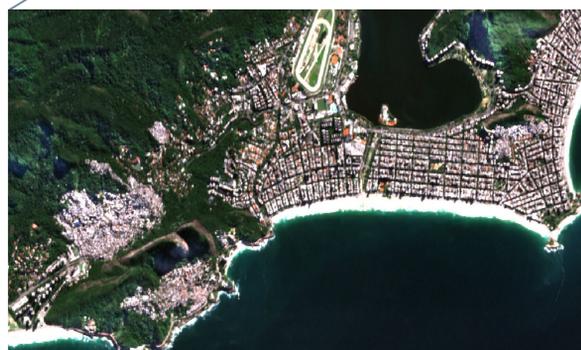
Descripteurs issus du NDVI et du MNT



(a) Indice de végétation par différence normalisée



(b) Modèle numérique de terrain



(c) Composition colorée Sentinel 2 du Sud de Rio : Rocinha à gauche Ipanema à droite

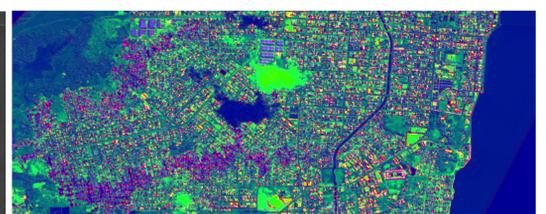


(d) Au premier plan, la favela Rocinha à Rio

Favelas situées sur des zones caractérisées par la proximité ou la connexion à de grands espaces végétalisés et ayant un relief spécifique (valeur de pente importante ou au pied des reliefs).



Extrait canal panchromatique Pléiades - Macapa



Composition colorée des canaux en sortie de FOTOTEX

6. Conclusion

Les premiers résultats sont prometteurs. Ils seront confrontés aux données socio-économiques de l'Institut Brésilien de Géographie et de Statistique (IBGE) et aux données nationales de santé aux travers du système d'information de santé

(SIS - <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/vigilancia-de-doencas-cronicas-nao-transmissiveis/sistemas-de-informacao-em-saude>).

La liste des descripteurs issus de l'imagerie satellitaire présentée ici n'est pas exhaustive ; d'autres indices pourront être testés.

A terme, les résultats de cette étude permettront de définir des scores de risque associés aux quartiers identifiés, afin de mieux cibler les actions en santé (prévention, répartition des moyens, etc.).

7. Remerciements / Financements

Etude réalisée dans le contexte des projets de recherche suivants :

- MATHIS (Méthode Automatique de Télé-détection des Habitats Informels pour la Santé) Financement CNES / TOSCA.
- PROGYSAT (Projet de coopération Régionale d'Observation des Guyanes par SATellites) Programme de coopération INTERREG AMAZONIE (PCIA).