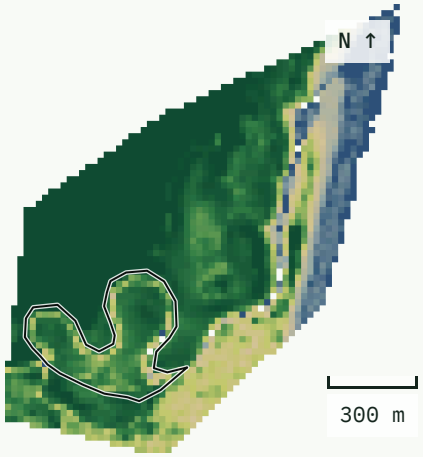
Saúde do Mangue da Barra do Saí

Em 22 anos de imagens Landsat, o coração da reserva manteve a *vegetação densa e vigorosa*. O índice NDVI ficou entre 0,68 e 0,73 nas quatro datas analisadas.

0,73
NDVI mediano do coração em fev/2024

27 ha
área do coração da reserva monitorada

71%
dos pixels estáveis entre 2002 e 2024



Prancha 1 · NDVI · 19/02/2024 · Landsat 9 OLI-2

WRS-2 220/078 · 30 m

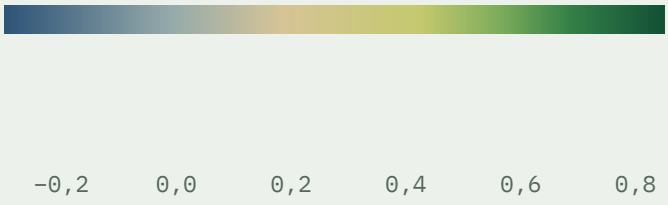
COMO LER OS MAPAS

O que o NDVI mede

As folhas saudáveis absorvem a luz vermelha para fazer fotossíntese e refletem fortemente o infravermelho próximo. O NDVI compara essas duas faixas captadas pelo satélite e devolve um número entre −1 e +1.

Em manguezal, valores acima de 0,7 indicam copa fechada e vigorosa. Água, lama e areia ficam abaixo de 0,2. Cada pixel do mapa cobre 30 × 30 m, ou 0,09 hectare.

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{Vermelho}) \div (\rho_{NIR} + \rho_{Vermelho})$$

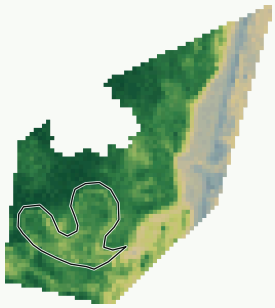


< 0,2	0,2–0,5	0,5–0,7	> 0,7
Água, lama, areia	Vegetação rala	Vegetação moderada	Copa densa

ATLAS · QUATRO PASSAGENS DO SATÉLITE

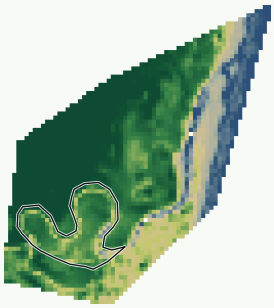
A reserva ano a ano

Todos os mapas usam a mesma escala de cores, então a mesma cor significa o mesmo valor em qualquer ano. O contorno preto marca o coração da reserva.



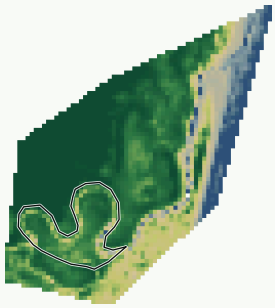
26/03/2002 · Landsat 7 ETM+

Mediana no coração **0,68**
Copa densa **9,4 ha**
p10–p90 **0,59–0,75**



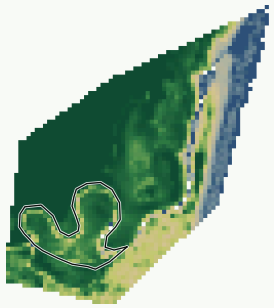
30/01/2014 · Landsat 8 OLI

Mediana no coração **0,68**
Copa densa **11,4 ha**
p10–p90 **0,46–0,79**



18/02/2021 · Landsat 8 OLI

Mediana no coração **0,71**
Copa densa **14,9 ha**
p10–p90 **0,51–0,79**

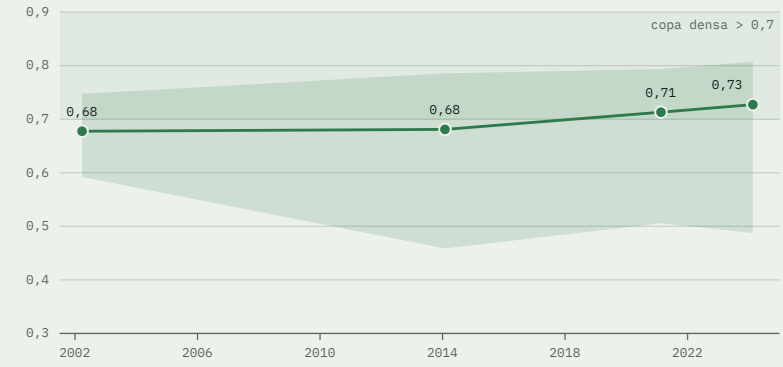


19/02/2024 · Landsat 9 OLI-2

Mediana no coração **0,73**
Copa densa **16,0 ha**
p10–p90 **0,49–0,81**

PROGRESSÃO · CORAÇÃO DA RESERVA

Vigor estável há duas décadas



A linha mostra o valor típico de NDVI dentro do coração em cada passagem. Ele varia pouco ao longo de 22 anos, sempre dentro da faixa de copa vigorosa.

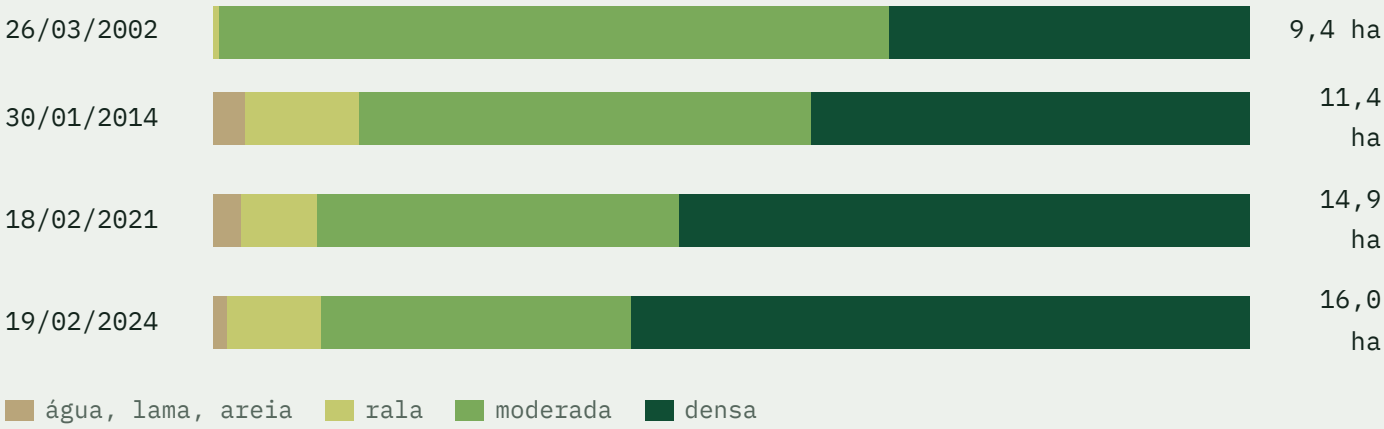
O valor sobe de 0,68 em 2002 para 0,73 em 2024. O mais alto da série veio na imagem mais recente, de 19/02/2024, captada pelo Landsat 9.

A faixa sombreada mostra onde ficam 80% dos pixels. Ela se alarga para baixo por causa das bordas do canal, onde água e lama entram no pixel conforme a maré.

COMPOSIÇÃO · HECTARES POR CLASSE DENTRO DO CORAÇÃO

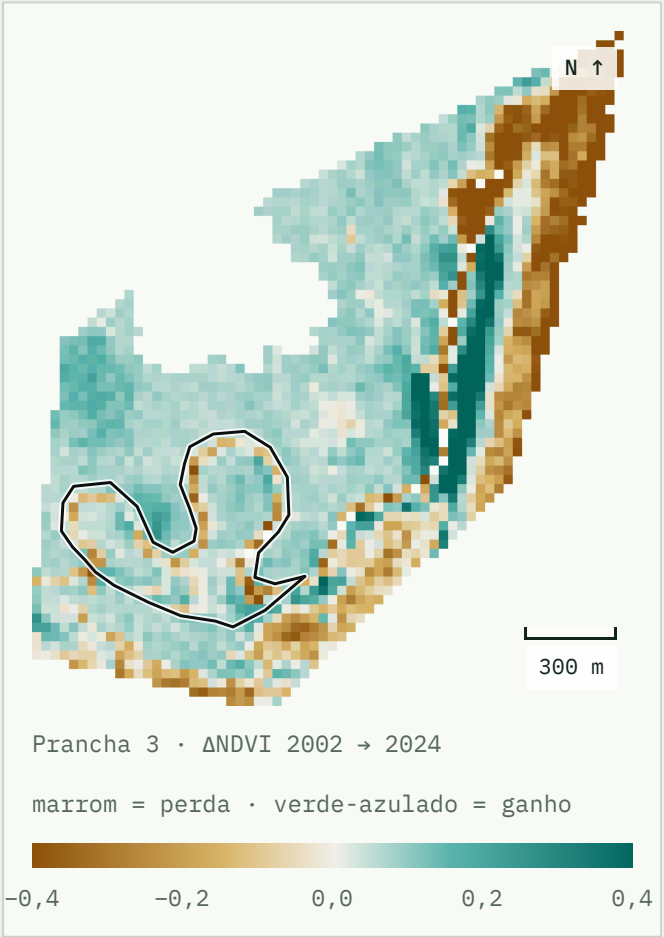
A copa densa cresce de 9 para 16 hectares

Cada barra soma os 27 ha do coração. A comparação entre 2002 e as demais datas exige cautela, porque o satélite mudou: veja a nota abaixo.

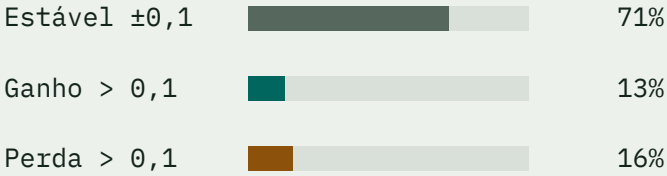


MUDANÇA · 26/03/2002 → 19/02/2024

Onde a vegetação mudou



Dentro do coração, a maioria dos pixels não mudou mais que 0,1 no índice, que é a margem de ruído entre sensores e datas diferentes. A mediana subiu levemente, +0,043.



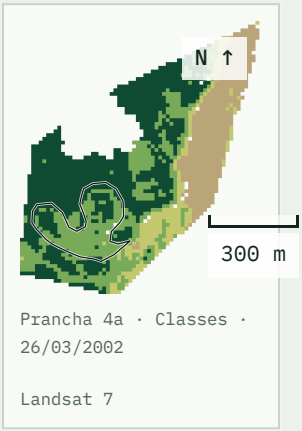
> O canal a leste responde à maré. A cor ali indica mais água ou mais lama no momento da passagem, não mudança na vegetação.

As perdas pontuais se concentram nas margens do canal e em manchas pequenas. Nenhuma forma um bloco contínuo que indique corte ou aterro. Vale conferir em campo os pontos marrons mais intensos.

RECORTE COMPLETO · 214,7 HA ANALISADOS

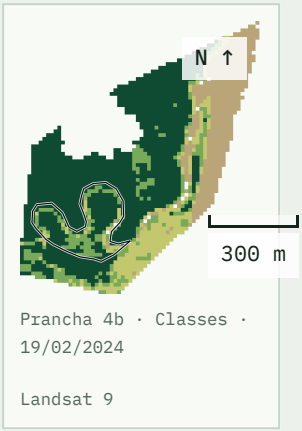
Além do coração: a paisagem inteira

O recorte cobre o manguezal, a mata ao norte, a faixa de rio e praia a leste e a borda com a restinga e a área urbana ao sul. Os mapas mostram as quatro classes de NDVI na primeira e na última data.



Prancha 4a · Classes · 26/03/2002

Landsat 7



Prancha 4b · Classes · 19/02/2024

Landsat 9

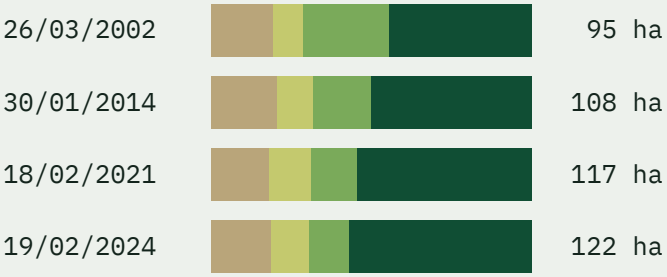
água, lama, areia · rala · moderada · densa

0,68 → 0,75
NDVI mediano do recorte, 2002 → 2024

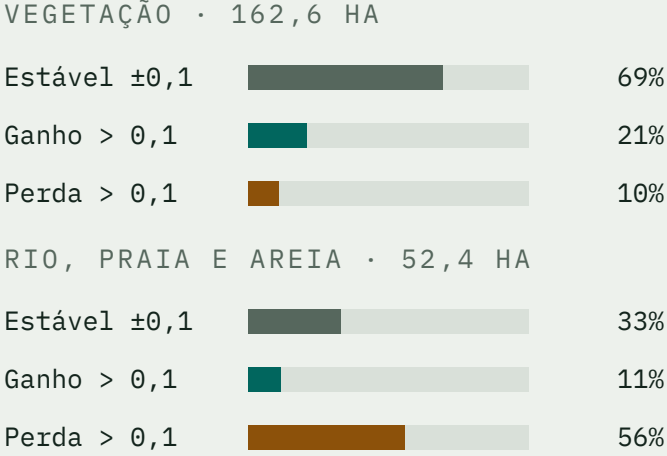
95 → 122 ha
copa densa no recorte, 2002 → 2024

90%
da vegetação estável ou em ganho

Hectares por classe no recorte



Mudança entre 2002 e 2024



Na vegetação, os ganhos são o dobro das perdas. A mata ao norte e o manguezal ficaram mais vigorosos, e a classe moderada encolheu enquanto a densa cresceu.

As perdas de vegetação somam cerca de 17 ha e ficam sobretudo na metade sul, na transição para a restinga e a área urbana. É o trecho que mais merece acompanhamento.

Na faixa de rio e praia, a mudança reflete o nível da água e da maré em cada passagem, não a vegetação. Áreas em branco nos mapas não têm leitura válida em todas as datas e ficaram fora dos cálculos.

CONCLUSÕES

O que os dados mostram

O coração está saudável

Nas quatro datas analisadas, o NDVI mediano ficou acima de 0,68, um patamar típico de manguezal com copa fechada.

Não há sinal de degradação

Entre 2002 e 2024, 71% dos pixels ficaram estáveis. Ganhos e perdas se equilibram e se concentram nas bordas do canal.

A copa densa aumentou

A área acima de 0,7 passou de 9,4 ha para 16,0 ha. Entre 2014 e 2024, já com o Landsat 8 e 9, ela subiu de 11,4 para 16,0 ha.

A paisagem ao redor também ganhou vigor

No recorte completo, a copa densa passou de 95 para 122 ha. As perdas de vegetação se concentram na borda sul, junto à restinga e à área urbana, e merecem vistoria em campo.

MÉTODO E QUALIDADE DOS DADOS

Como os números foram produzidos

1. Imagens Landsat Coleção 2, Nível 2 (reflectância de superfície, já corrigida da atmosfera), órbita/ponto 220/078, baixadas do USGS.
2. Conversão dos valores brutos em reflectância pela fórmula oficial do USGS: `ρ = DN × 0,0000275 − 0,2`. A versão anterior do NDVI omitia essa etapa e subestimava o índice em cerca de 0,4.
3. Ajuste do Landsat 7 (2002) para a escala do Landsat 8/9 com os coeficientes publicados por Roy et al. (2016).
4. Todas as cenas na mesma grade de 30 m, projeção UTM 22, sem reamostragem desnecessária.
5. Estatísticas calculadas dentro do polígono do coração da reserva (27,06 ha, 300 pixels) e no recorte completo, usando só os pixels com leitura válida em todas as datas (214,7 ha).

DATA	SATÉLITE	QUALIDADE	MEDIANA
26/03/2002	Landsat 7 ETM+	● Cena válida	0,68
30/01/2014	Landsat 8 OLI	● Cena limpa	0,68
18/02/2021	Landsat 8 OLI	● Cena limpa	0,71
19/02/2024	Landsat 9 OLI-2	● Cena limpa	0,73

> Limites desta análise: as datas variam entre janeiro e março e a maré muda de uma passagem para outra. A troca de sensor entre 2002 (Landsat 7) e as demais datas (Landsat 8/9) traz uma incerteza de alguns centésimos no índice. O próximo passo é montar composições sazonais para cada ano, com máscara automática de qualidade (banda QA_PIXEL).