

Conectividade local

Bases de dados utilizadas

Os dados espaciais primários utilizados para calcular a superfície de resistência foram a camada de cobertura do solo gerada pelo MapBiomas (MapBiomas Project 2020). A esta base foram incluídas as bases de estradas pavimentadas e não pavimentadas fornecida pelo IBGE (BCIM250, ano 2021) e a base de infraestrutura energética fornecidas por...

Cálculo de resistência

Os valores de resistência são medidas relativas do grau de dificuldade de deslocamento dos organismos nos diferentes tipos de cobertura do solo. Esses valores foram atribuídos por bioma, seguindo a premissa de que quanto maior for a diferença estrutural entre um dado tipo de cobertura do solo e a vegetação original do bioma, maior será o valor de resistência da classe de cobertura do solo em questão.

A superfície de cobertura do solo do MapBiomas foi reamostrada para gerar pixels com 90 m de tamanho, aproximadamente. Também convertemos o arquivo vetorial de estradas para o formato matricial, com pixels de tamanho aproximado de 90 m. Conjugamos, por álgebra de mapas, as bases matriciais do MapBiomas e de estradas, de tal maneira que todos os pixels da base do MapBiomas que se sobrepuseram a um pixel de estrada assumiram um novo valor correspondentes a um pixel de estrada pavimentada ou não pavimentada. Os pixels do mapa consolidado de cobertura do solo, já incluindo as estradas pavimentadas e não pavimentadas como novas classes, receberam, separadamente por bioma, valores de resistência que buscaram traduzir, comparativamente entre as classes, o grau de dificuldade de movimentação da biodiversidade numa dada classe de cobertura do solo. Os valores de resistência dos pixels de cada uma das classes foram atribuídos, por bioma, pela equipe do projeto e podem ser vistos na Tabela [1](#).

Tabela 1: Valores de resistência para cada tipo de cobertura por bioma.

| Classe de cobertura do solo | Amazônia | Caatinga | Cerrado | MataAtlântica | Pampa | Pantanal |
|--------------------------------------|----------|----------|---------|---------------|-------|----------|
| Aquaculture | - | 10 | 7 | 7 | 7 | - |
| Beach, Dune and Sand Spot | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | - |
| Citrus | - | - | 10 | 10 | - | - |
| Coffee | - | 7 | 10 | 10 | - | - |
| Cotton | 7 | 7 | 10 | - | - | - |
| Estradas não pavimentadas | 10 | 10 | 7 | 10 | 7 | 7 |
| Estradas pavimentadas | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Forest Formation | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Forest Plantation | 7 | 2 | 7 | 3 | 10 | 5 |
| Grassland | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Herbaceous Sandbank Vegetation | - | 1 | - | 2 | 1 | - |
| Mangrove | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - |
| Mining | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Mosaic of Uses | 7 | 7 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Other non Forest Formations | - | - | - | 7 | - | - |
| Other non Vegetated Areas | - | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Other Perennial Crops | 7 | 7 | 10 | 10 | - | - |
| Other Temporary Crops | 15 | 7 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Pasture | 15 | 7 | 5 | 9 | 5 | 7 |
| Rice | - | - | 10 | 10 | 10 | - |

| Classe de cobertura do solo | Amazônia | Caatinga | Cerrado | MataAtlântica | Pampa | Pantanal |
|-----------------------------------|----------|----------|---------|---------------|-------|----------|
| River, Lake and Ocean | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 |
| Rocky Outcrop | - | 1 | 2 | 2 | 2 | - |
| Salt Flat | 2 | 1 | 2 | 2 | - | - |
| Savanna Formation | 2 | 1 | 1 | 2 | - | 2 |
| Soybean | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Sugar cane | 15 | 10 | 10 | 10 | - | 10 |
| Urban Area | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Wetland | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Wooded Sandbank Vegetation | - | 1 | - | 1 | 1 | - |

Aplicação do filtro kernel

Depois de atribuídos os valores de resistência, aplicamos à superfície gerada a função *kernel* de decaimento linear. Esta análise considerou, numa janela móvel de 23 pixels (~2070 m), o contexto espacial em que cada pixel está inserido, reconhecendo que pixels mais próximos possuem uma influência maior que os mais distantes. Desta maneira, a função *kernel* nos auxilia na tarefa de encontrar os melhores caminhos de deslocamento na paisagem, ou seja, aqueles caminhos que oferecem menor resistência (Figura 1).

Conectividade: análise de circuitos

Calculamos a conectividade baseada em teoria de circuitos (McRae 2006) utilizando a implementação de Omniscape para Julia (Landau et al. 2021, Hall et al. 2021).

Como base para estas análises, utilizamos:

- o raster de resistência utilizado como base para a conectividade local;
- um raio da área de interesse de 210 pixels (~19km);
- agrupamentos de 21 pixels de interesse para a janela móvel (~1.9km).

O raio da área de interesse é o raio de busca ou tamanho da janela móvel circular. O tamanho da janela foi equivalente ao utilizado no cálculo dos Z scores (200 pixels), o valor é levemente

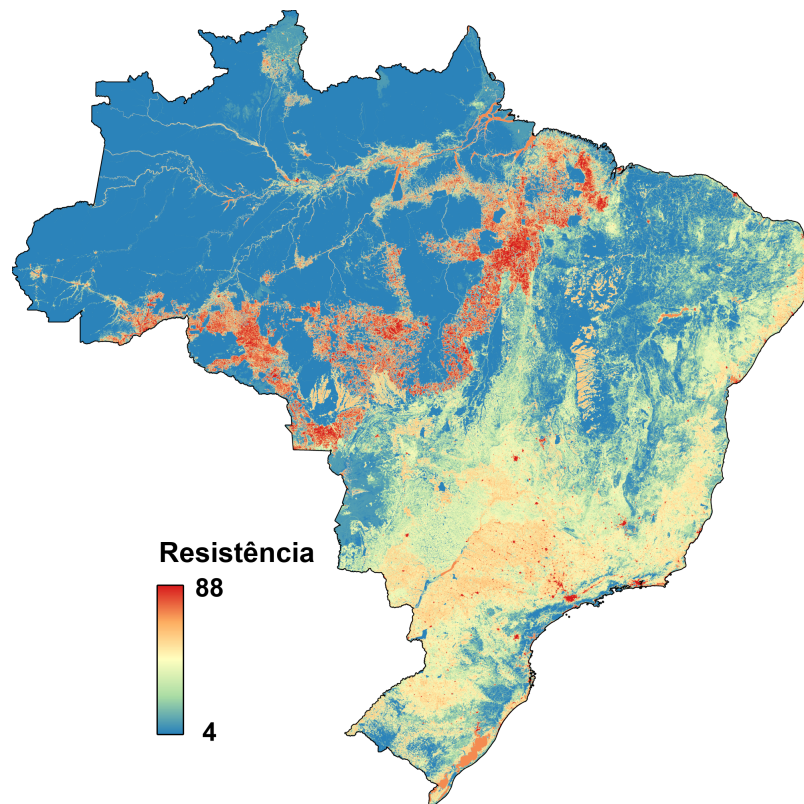


Figura 1: Mapa final de classificação da resistência dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra.

diferente devido à limitação do tamanho do bloco central da janela ser um número ímpar de pixels (agrupamento de 21) e segundo Landau et al. (2021) esse valor não deve ultrapassar 10% do raio.

Consideramos o uso de *kernel* sobre a superfície de resistência como entrada para o Omniscape, entretanto, os resultados da análise com *kernel* diluíram muito corredores e passagens menores, por conta da natureza de suavização da superfície de resistência pelo *kernel*. Dessa maneira, ao utilizar a resistência sem *kernel* como entrada, preservamos estruturas espaciais menores, mas importantes para a conectividade da paisagem.

O *output* do Omniscape são três arquivos de conectividade relacionados:

- **flow_current** é o fluxo que aconteceria sem levar em conta a camada de resistência. Ele leva em conta a configuração espacial da paisagem (estreitos, barras) e dos pixels de baixa resistência de origem. Nem todo pixel é *source* pixel, mas a corrente que entra em cada pixel de baixa resistência entra sem resistência. Flow current é usado como um “modelo nulo” de conectividade.
- **cummulative_current** é a corrente acumulada, levando em conta a configuração espacial e os valores de resistência.
- **normalized_current** equivale a $\frac{cummulative_current}{flow_current}$ e controla o efeito da configuração espacial do cálculo de conectividade.

Como é uma análise com uma demanda computacional alta, recortamos regiões de interesse em quadrados de 4.000 pixels para cada bioma e avaliamos os diversos cenários para melhor ajuste de parâmetros e tomadas de decisão, como utilizar **cummulative_current** ou **normalized_current** e utilizar a resistência ou a superfície gerada pelo *kernel*.

Hall, K. R., R. Anantharaman, V. A. Landau, M. Clark, B. G. Dickson, A. Jones, J. Platt, A. Edelman, e V. B. Shah. 2021. [Circuitscape in Julia: Empowering Dynamic Approaches to Connectivity Assessment](#). Land 10:301.

Landau, V., V. Shah, R. Anantharaman, e K. Hall. 2021. [Omniscape.jl: Software to compute omnidirectional landscape connectivity](#). Journal of Open Source Software 6:2829.

MapBiomas Project. 2020. [Collection 7 of the Annual Series of Land Use and Land Cover Maps of Brazil](#).

McRae, B. H. 2006. Isolation by resistance. Evolution 60:1551–1561.