

Aplicações do Sensoriamento Remoto em Saúde: estado da arte e necessidades brasileiras

Virginia Ragoni de Moraes Correia

(virginia@dpi.inpe.br)

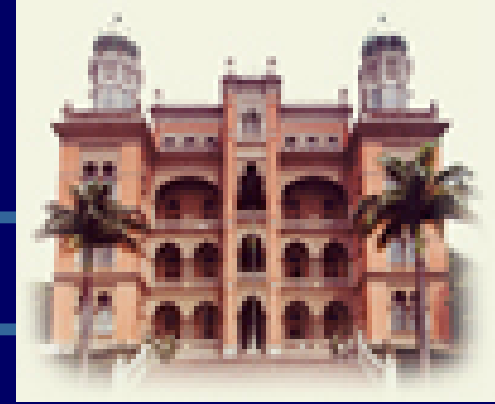
Marilia Sá Carvalho

(carvalho@procc.fiocruz.br)

Paulo Chagastelli Sabroza

(sabroza@ensp.fiocruz.br)

Escola Nacional de Saúde Pública
Fundação Oswaldo Cruz



Ou:


A arte da construção de parcerias



Inter e transdisciplinariedade




Introdução

- Em 1970, Cline escreve o artigo “*New eyes for epidemiologists: aerial photography and other remote sensing techniques*”, sugerindo que o SR também era aplicável ao monitoramento dos surtos de doenças (*Am J Epidemiol* 1970 Aug;92(2):85-9).
- 




Uso de imagens SR: por que?

- A prática de vigilância epidemiológica está centrada no diagnóstico, notificação e investigação de **casos de doenças específicas**.
 - Limitações do modelo:
 - Doenças emergentes
 - Aspectos ambientais
 - Nenhuma abordagem geográfica
- 




Uso de imagens SR: por que?

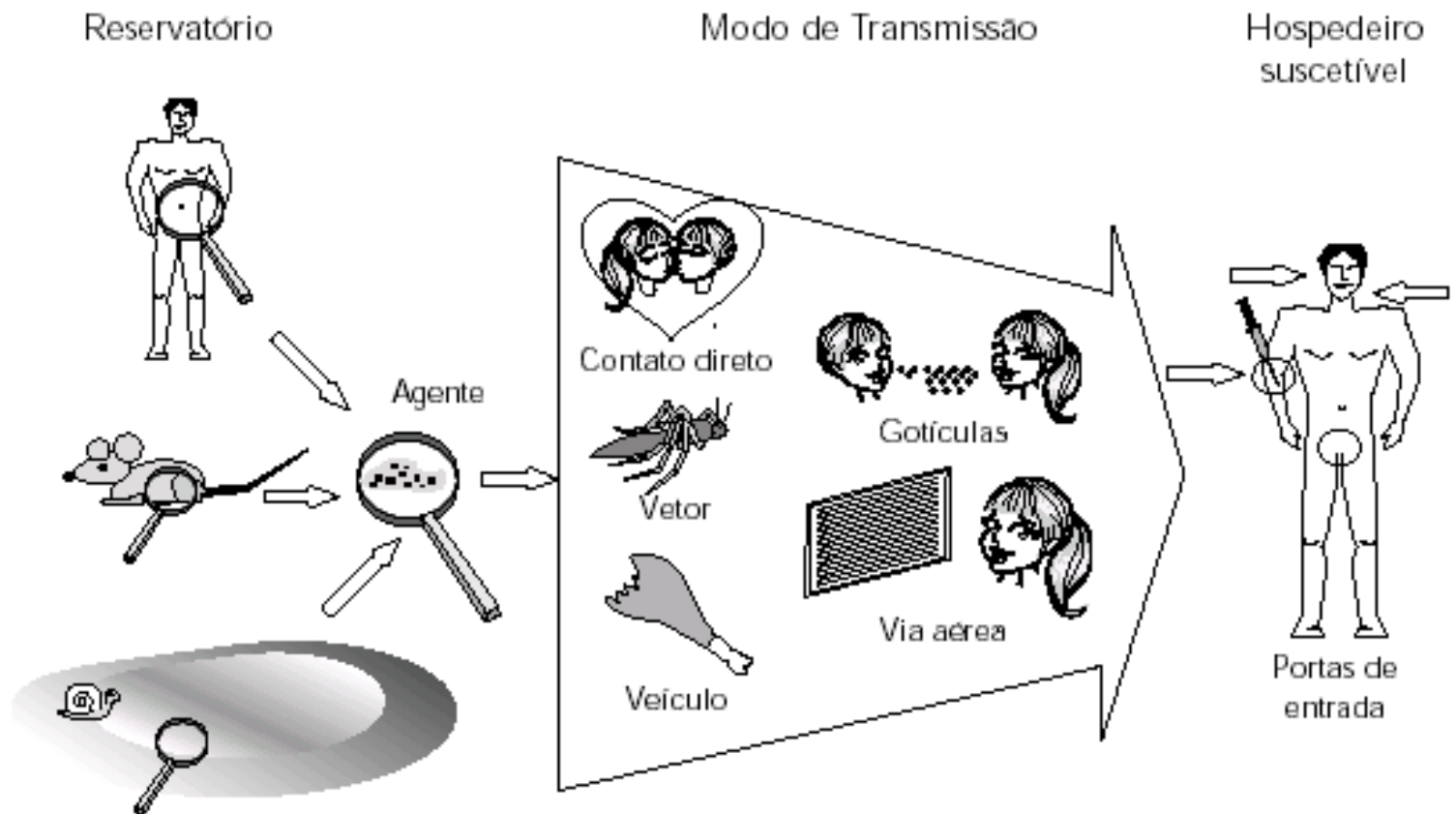
- A vigilância, e portanto a possibilidade de controle, **centrada apenas na identificação de casos humanos**, embora em muitas situações possa ser a única possível, é limitada.
- 



Vigilância ambiental


- Transferir a vigilância dos problemas de saúde aos processos anteriores à ocorrência de casos humanos.
 - Monitorar:
 - Fatores de risco em grupos humanos;
 - Circulação dos parasitas e populações de animais reservatórios;
 - Vetores.
 - Em unidade territorial **definida**
- 

Cadeia do processo infeccioso





Definições

- **Reservatório:** habitat de um agente infeccioso, no qual este vive, cresce e se multiplica:
 - Humano;
 - Animais (malária, leishmaniose, dengue);
 - Ambiente (legionelose, paracoccidioides).
 - **Fonte de infecção:** responsável eventual pela transmissão.
- 




Definições



- **Transmissão:**


- Direta - contato físico ou secreções (espirro)
- Indireta - por veículo inanimado ou vetores


- **Vetores:**

- Mecânicos - acidental (mosca)
 - Biológicos - o agente desenvolve uma fase do seu ciclo biológico no vetor.
- 




Fatores de risco em populações humanas

- O ciclo de transmissão se fecha quando o agente encontra hospedeiro suscetível
 - Populações suscetíveis - onde deve se concentrar a vigilância:
 - Migração - assentamentos rurais, periferias urbanas
 - Trabalho - garimpo
- 




Circulação de parasitas e hospedeiros

- Presença de hospedeiro - indica suscetibilidade à colonização.
 - Vetores dependem de ambiente específico.
- 




Território

- Tradicionalmente utiliza-se dados consolidados por grandes áreas político-administrativas - municípios ou bairros:
 - O mosquito municipal
 - O ecossistema
- 




Território

- Mesmo em quando utilizando áreas pequenas (setores censitários) não há informação ambiental
 - O agente de saúde do PSF deve ter “visão ambiental”: como???
- 



Novo Paradigma

Vigilância ambiental de base territorial



(Sabroza, 2001)




Uso de imagens SR: vantagens

- Resolução espacial e temporal:
 - Escala desejável no espaço deve ser definida para cada problema: compromisso entre alta resolução temporal (NOAA) e alta resolução espacial (SPOT)
 - Escala no tempo idem:
 - Sazonalidade,
 - Alterações naturais,
 - Alterações causadas por populações humanas
- Resolução espectral





Uso de imagens SR: vantagens

- Informações atualizadas
 - Disponíveis (custo?)
 - Facilidade de integração e processamento
 - Visão panorâmica
 - Série histórica
- 





Algumas restrições

- Cobertura de nuvens e ruídos:
 - dificuldade em algumas épocas e locais
 - Programas de processamento:
 - Custo e difusão da tecnologia
 - Integração SIG, estatística, ainda pouco amistosa
 - Capacitação do setor saúde
- 





Informações de SR relacionadas às endemias

- Tipo de vegetação e tipo de cultura agrícola:
 - habitat de vetores e reservatórios
 - fonte de alimentação e áreas de repouso
 - Crescimento da vegetação:
 - relacionado a chuvas
 - formação de habitat
 - movimento de reservatórios, vetores e hospedeiros
- 



Informações de SR relacionadas às endemias


- Ecótonos:
 - Zona de contato ou transição entre duas formações vegetais com características distintas
 - Áreas de contato entre homem e vetores
 - Água permanente:
 - Habitat de larvas e caramujos
- 



Informações de SR relacionadas às endemias



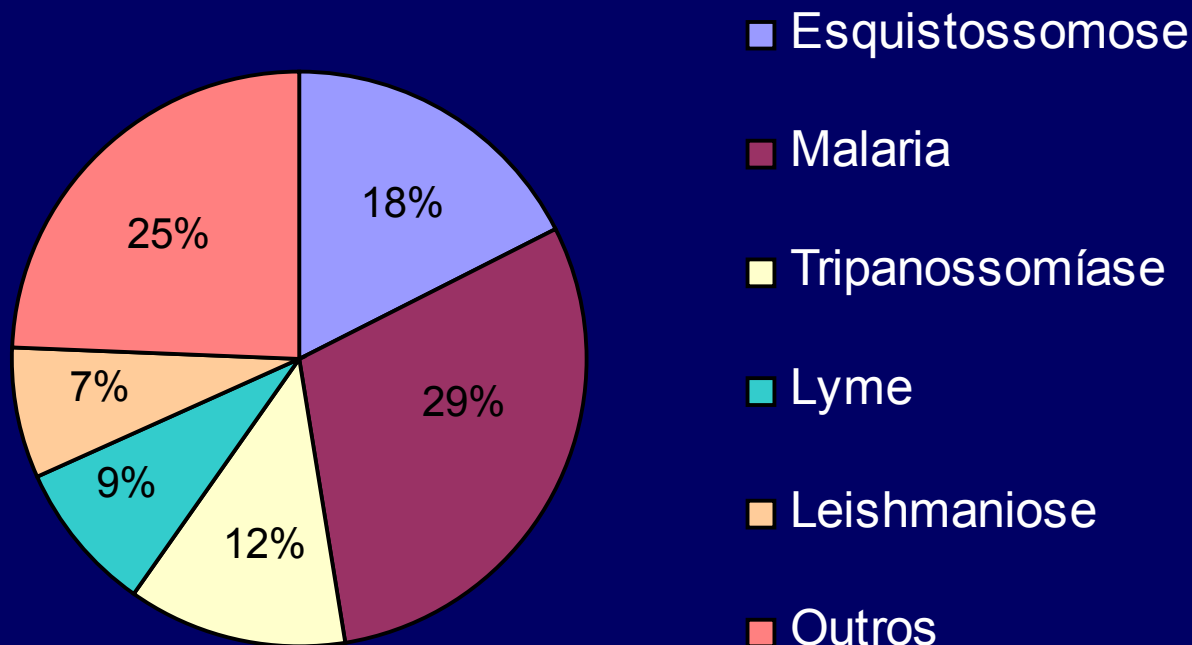
- Desmatamentos:

- Assentamentos novos em áreas endêmicas
 - Migração de reservatórios infectados à procura de novos habitats
 - Colonização de áreas receptivas por população infectada
- 

- Características urbanas:

- habitat de artrópodes urbanos
- tipo e qualidade das habitações

Revisão Bibliográfica (1996-2002)



Outros : Bartonelose, Cólera, Dracunculíase, Ébola, EEE, Fasciolose, Febre do Vale, Febre Q, Filariose, Hantavirus, RRV

Total de artigos: 57

Revisão Bibliográfica (1996-2002)

Doença	NOAA	LANDSAT	SPOT
Esquistossomose	7	3	
Fasciolose	2		
Hantavirus		3	
Leishmaniose	2	2	
Lyme	2	3	
Malária	8	6	5
Tripanossomíase	5	1	1

Revisão Bibliográfica

■ Principais Revistas Saúde:

- Acta Trop
- Adv Parasitol
- Am J Epidemiol
- Am J Trop Med Hyg
- Emerging Infectious Diseases
- Env Health Perspect
- Env Monit Assess
- Journal Vector Ecology
- Kobe J Med Sci
- Med Vet Entomol
- Mem Inst Oswaldo Cruz
- Parasite
- Parasitology Today
- Trans R Soc Trop Med Hyg
- Trop Med and Int Health
- Revista de Saúde Pública
- Cadernos de Saúde Pública

■ Revistas SR:

- Int J Remote Sensing
- Photogrammetric Engineering & Remote Sensing



Doença de Chagas

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Domiciliar	Cidades pequenas e núcleos de assentamento rural, com domicílios precários	Habitações precárias	Padrão de ocupação do terreno
Peri-domiciliar	Áreas de agricultura tradicional do semi-árido	Região seca, pedregosa e com abrigos de animais domésticos em regime semi-extensivo	Distância das casas em relação à vegetação natural Afloramentos rochosos
Silvestre	Áreas de extração de folhas de palma na Amazônia	Florestas de palmáceas	Tipo de vegetação

Esquistossomose

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Peri-urbano	<ul style="list-style-type: none">■ Núcleos urbanos em áreas agrícolas:■ pequeno ou médio porte;■ coleções hídricas permanentes utilizadas em atividades domésticas e de lazer;■ contaminação por fezes humanas.	<p>Coleções hídricas em periferias urbanas e áreas agrícolas sem saneamento</p> <p>(cruzar com outras fontes de infos: censo demográfico, agropecuário)</p>	<ul style="list-style-type: none">■ Expansão urbana em regiões agrícolas■ Coleções hídricas permanentes com vegetação natural



Febre Amarela


Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Silvestre e Peri-urbano	Áreas com atividades extrativas na floresta amazônica Frentes agrícolas pioneiras Ecotónos com ocupações humanas próximas de florestas preservadas	Áreas de desmatamento e vias de penetração nas florestas Matas ciliares Núcleos habitacionais na proximidade de florestas	Desmatamento Vegetação Marcadores de pressão antrópica em áreas com cobertura florestal

Leishmaniose Visceral

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Urbana e Rural	Fronteira da expansão territorial da malha urbana Vilas e pequenas cidades na região do semi-árido onde há grandes densidades do vetor	Organização e expansão do espaço urbano Habitat nas cidades e arredores capazes de sustentar a reprodução dos reservatórios Aglomerados humanos encontrados em boqueirões de serra no interior da caatinga	Características das casas e terrenos do espaço urbano Limites das cidades e distância da vegetação natural Posição dos domicílios em relação aos afloramentos rochosos Efeitos de variações climáticas na vegetação

Leishmaniose Tegumentar

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Silvestre e	Florestas tropicais	<ul style="list-style-type: none">■ Áreas recentes de pressão antrópica em florestas tropicais	Desmatamento

Padrão	Áreas de Risco
Mosaico rural  Expansão Urbana	<ul style="list-style-type: none">■ Áreas de uso agrícola intercaladas com matas secundárias e capoeiras■ Novos conjuntos habitacionais no limite cidade/floresta (Padrão Manaus)■ Focos de transmissão nos limites entre áreas urbanizadas e áreas de preservação ambiental (Padrão RJ)



Leishmaniose Tegumentar

O que mapear

- Casas e população em áreas de risco (AR)
- Expansão populacional para AR
- Trajetos dentro da AR
- Localização dos novos conjuntos habitacionais
- Distância das casas à floresta
- Áreas de preservação ambiental nos espaços urbano
- Novos pólos de atração de população urbana junto à áreas preservadas
- Ecótonos com características rurais entre as áreas urbanizadas e de preservação ambiental

Fatores SR

- Novos assentamentos rurais
- Abertura de estradas
- Diferentes tipos de uso do solo
- Tipos de vegetação
- Proximidade das casas em relação a mata
- Caminhos utilizados pela população
- Desmatamento
- Novas construções
- Tipo de vegetação natural
- Padrão de distribuição das casas nas áreas de transição
- Diferentes tipos de cultivos nas áreas de transição
- Variação na cobertura vegetal

Leptospirose

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Urbano	<ul style="list-style-type: none">■ Áreas urbanas com saneamento precário■ alta densidade de habitantes e roedores■ sujeita a inundações ocasionais	Adensamento de habitações precárias em áreas de baixa declividade (outras fontes)	Áreas inundadas em centros urbanos
Rural	Culturas agrícolas de cereais em áreas alagadas	Plantações de arroz irrigado por alagamento	Etapa do ciclo de cultivo de arroz com amadurecimento de sementes




Malária

Padrão	Áreas de Risco	O que mapear	Fatores SR
Urbano	Área de expansão urbana com infraestrutura precária e presença de criadouros do vetor	<ul style="list-style-type: none">■ Criadouros de vetores em áreas urbanas■ Áreas de expansão urbana	Coleções hídricas com água limpa e vegetação nas margens em áreas habitadas
Frentes pioneiras	<ul style="list-style-type: none">■ Projetos de colonização agrícola■ Projetos de desenvolvimento econômico■ Áreas de extração manual de minério	<ul style="list-style-type: none">■ Novos assentamentos rurais■ Canteiros de obras na floresta■ Garimpos em atividade	<ul style="list-style-type: none">■ Desmatamento■ Expansão da malha urbana■ Abertura de estradas■ Novas clareiras e assentamentos na floresta



Outras possibilidades

- Qualidade da informação geográfica para modelagem
 - “Mapear” áreas precárias:
 - Leptospirose na Bahia - Ikonos
 - Integração SIG e Programa de Saúde da Família - piloto em Jaú/Caruaru
 - Identificar centróides populacionais em setores censitários (Rio de Janeiro)
- 

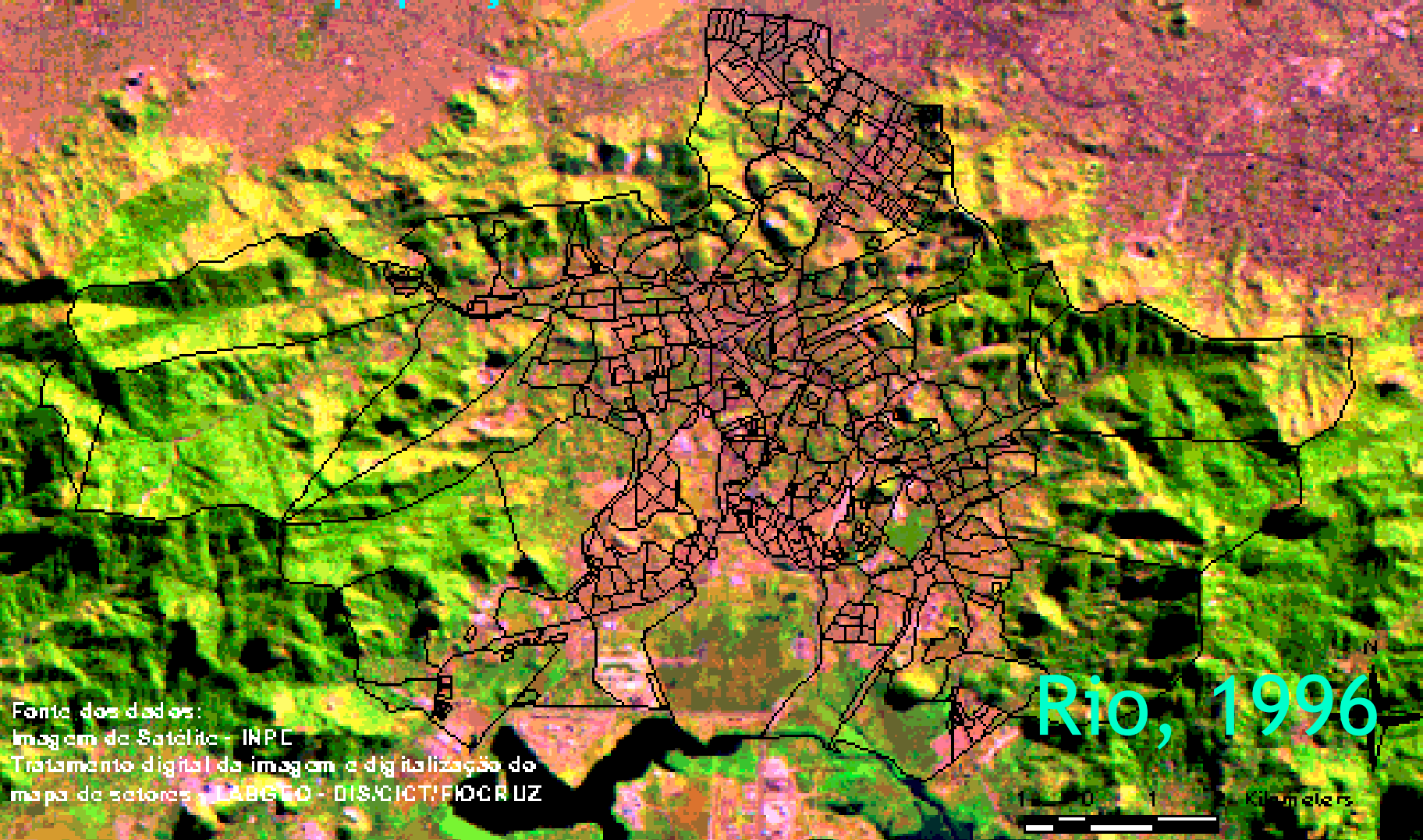
Ikonos - Salvador, 2002



Município do Rio de Janeiro

XXI - Região Administrativa - Jacarepaguá

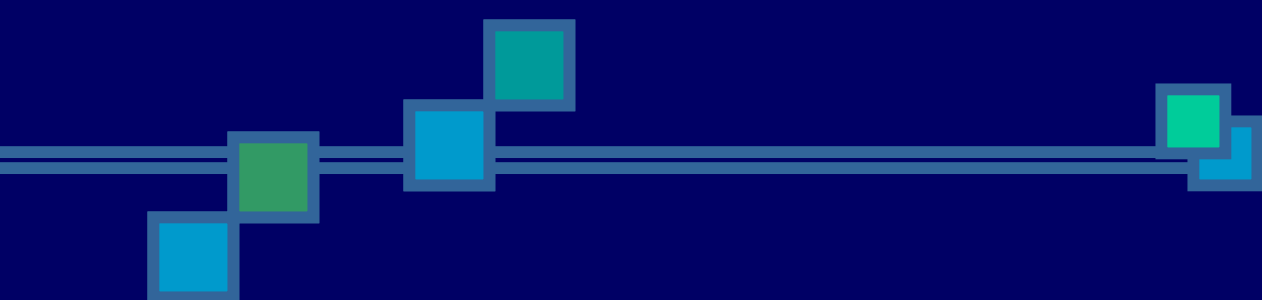
Imagem de Satélite Landsat, bandas 3, 4 e 5 - 1996
com superposição dos limites de setores censitários -1991




Fonte dos dados:
Imagem de Satélite - INPE
Tratamento digital da imagem e digitalização do
mapa de setores - TABGEO - DIS/CICT/FIDCR/UFZ

Rio, 1996

1 0 1 Kilometers




Benefícios para a Epidemiologia

- Ampliar o conhecimento sobre: habitat, parasitas, reservatórios, vetores e hospedeiros
 - Conhecimento da biogeocenose (unidade de natureza ativa que combina ambientes abióticos e comunidade bióticas, com os quais interagem) das áreas endêmicas
 - Identificar alterações no ambiente que propiciam eclosão de epidemias
 - Vigilância no tempo e espaço, em diversas escalas.
 - Otimizar recursos disponíveis para áreas prioritárias.
- 




O que precisamos

- Nós epidemiologistas precisamos:
 - Aprender a explorar o potencial do SR para obtenção de informação qualificada
 - A partir disso, definir, em conjunto com os especialistas em SR, que variáveis ambientais **são de interesse e podem** ser colhidas
 - Buscar uma política de acesso às imagens por um custo razoável
- 



O que precisamos

- Os especialistas em SR precisam aprender algo da epidemiologia das doenças para “pensar” formas de identificar os ambientes receptivos
 - Desenvolver ambientes mais amistosos para tratamento da imagem
- 



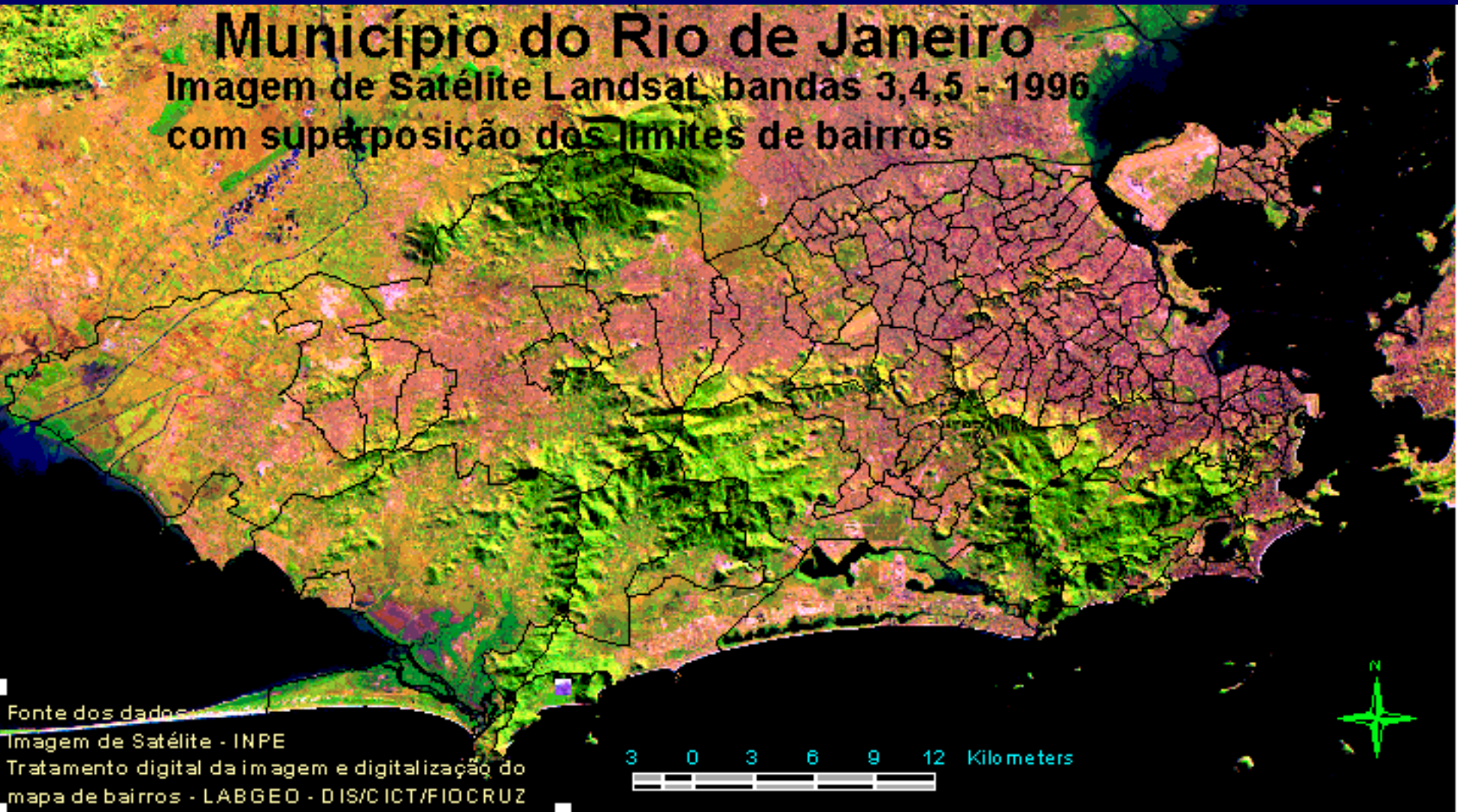
Desafios metodológicos

- Modelar conjuntamente variáveis individuais, de populações e ambientais
- 

Obrigada

Município do Rio de Janeiro

Imagem de Satélite Landsat, bandas 3,4,5 - 1996
com superposição dos limites de bairros



Fonte dos dados

Imagem de Satélite - INPE

Tratamento digital da imagem e digitalização do
mapa de bairros - LABGEO - DIS/C ICT/FIOCRUZ

3 0 3 6 9 12 Kilometers

