

Projeto de Pós-Doutorado

PostDoc com bolsa FAPESP

Associado ao projeto aprovado e financiado pela FAPESP-Belmont Forum:
*Integrated risk mapping and targeted snail control to support schistosomiasis
elimination in Brazil and Cote d'Ivoire under future climate change*

Enunciado do Problema.

A esquistossomose é uma doença negligenciada que afeta milhões de pessoas nas regiões tropicais, principalmente Brasil e África. A esquistossomose é uma doença debilitante, ligada à pobreza, causada por um parasita com um ciclo de vida complexo: sua transmissão requer a infecção de espécies de caramujos de água doce que são hospedeiros intermediários obrigatórios, que são parasitados por larvas de ovos liberados por pessoas infectadas. Por sua vez, os caramujos infectados eliminam estágios larvais dos parasitas que eventualmente infectam as pessoas expostas às águas colonizadas por caramujos [1].

A microrregião de Ourinhos, localizada no trecho médio do rio Paranapanema, reúne ainda uma série de fatores associados à sua paisagem física e a sua paisagem social que tem mantido por décadas a transmissão ativa da esquistossomose na região [2]. É uma região com importantes coleções hídricas e várias barragens, elementos como vegetação, geomorfologia, geologia e pedologia, uso da terra, em diferentes combinações, que conformam certos espaços favoráveis à continuidade da esquistossomose na região. Estes espaços favoreceram a ocorrência de *Biomphalaria glabrata*, caramujo que é altamente suscetível ao parasita [3]. *Esta espécie* está associada com a alta prevalência da doença em Minas Gerais e Bahia [4]. Fora deste eixo, Ourinhos em São Paulo, o principal município da microrregião, é a única área que apresenta pontos focais extensos da espécie, sendo, portanto, uma área com potencial para manutenção da doença em nível local e com potencial para expansão para áreas livres da doença no espaço regional [5]. Além da *B. glabrata*, as coleções de água doce de Ourinhos são colonizadas por outros dois caramujos transmissores da esquistossomose, *B. tenagophila* e *B. straminea*, além de espécies refratárias ao parasita, sendo por este motivo sítios ideais para a aplicação de métodos de classificação de paisagens com a caracterização de *habitats* favoráveis à ocorrência das espécies [6].

A complexidade ambiental e social em Ourinhos e sua microrregião estimula a pensar na utilização de recursos tecnológicos que possibilitem metodologias inovadoras para integração de informações de fontes heterogêneas e em diferentes escalas que

possibilitem uma leitura ampliada para a ocorrência local da esquistossomose e sua associação com as transformações da paisagem (socioambiental) regional.

O uso integrado de informações derivadas de imagens de sensoriamento ótico em diferentes resoluções espaciais e espectrais com dados ambientais, sociodemográficos, econômicos e do sistema de saúde vai permitir identificar *padrões nesta complexa paisagem* associados a probabilidade de infecção humana pelo *Schistosoma mansoni* [7,8]. São estes padrões identificados que definem o que chamamos de componentes de uma *paisagem patogênica* [9,10] e que nos auxiliam na descrição mais ampliada e integrada do *complexo patogênico* [11,12] associado a esquistossomose nesta área.

Resultados Esperados.

O objetivo principal do projeto de pós-doutorado é desenvolver a metodologia de integração e os métodos necessários para sua operacionalização. Envolverá métodos de classificação de imagens de satélites e de avaliação destes produtos com base em imagens geradas por *drones*, em particular refinamentos para mapeamentos de usos e coberturas da Terra, caracterização socio demográfica desagregada da população, caracterização dos sistemas produtivos envolvidos na economia agrária da microrregião, e integração de informações da paisagem física e da saúde (ligadas ao ciclo de transmissão da esquistossomose) para construir novas cartografias que devem ser representações de características específicas associadas a certos territórios que são compartilhadas por vetores, patógenos e humanos, definindo as unidades de *paisagens patogênicas* em escala local e auxiliar a compreensão do *complexo patogênico* associado a natureza da esquistossomose na região.

Esperamos que a metodologia desenvolvida e sistematizada para esta região possa gerar instrumentos e mais conhecimentos para a auxiliar a gestão de recursos em saúde pública aplicados na mitigação de doenças negligenciadas que afetam as populações humanas em escala local.

Meios e Métodos Científicos e Tecnológicos

Sensoriamento Remoto e Análise Espacial podem localizar, caracterizar, medir e representar interações que produzem o espaço da vida cotidiana e os espaços relativos à produção das doenças. No segmento do projeto Belmont desenvolvido no Brasil em parceria com o INPE caracterizaremos a paisagem da microrregião de Ourinhos em múltiplas escalas, com foco nas condições climático-ambientais, sociodemográficas, econômicas e do sistema de saúde. A metodologia pressupõe o uso de imagens multiespectrais, obtidas por satélites e *drones*. O uso de SIG – Sistemas de Informações

Geográfica associados a técnicas de análise espacial de dados (estatísticas e *ad-hoc* computacionais) garante a integração de dados de diversas fontes e em diferentes escalas. A análise da hidrologia e das coleções hídricas, será necessária para nos permitir inferências sobre a presença sazonal de água e possível aumento na frequência de secas e inundações, que afetam a presença e distribuição de caramujos e, conseqüentemente, da doença. As informações sobre barragens e hidrelétricas existentes serão usadas para explorar possíveis efeitos na distribuição de bolsões de caramujos hospedeiros intermediários e habitats favoráveis a ocorrência das espécies.

Cronograma

Este é um Plano Geral das atividades que devem ser desenvolvidas pelo pós-doutorando. A construção de um planejamento detalhado e um delineamento dos prazos de cada etapa é a primeira tarefa a ser feita no projeto.

Primeiro Ano:

1. Revisão da literatura sobre esquistossomose com foco para os trabalhos na bacia do Paranapanema e algumas outras sub-bacias na região.
2. Seminários com o grupo da SUCEN e da UNESP (Campus Ourinhos) para compreender os dados de campo dos caramujos e os sensores embarcados no *drone*.
3. Organização das bases de dados. Modelo de dados geral com identificação de fontes, tipo, resoluções (espacial, espectral, temporal), escalas, licenças, etc.
4. Construção de um BD Geográfico integrando os dados de interesse destas diversas fontes para a área de estudo.
5. Definir uma Tipologia para os padrões de paisagens associados a ocorrência das espécies de caramujos. Deve envolver os grupos da SUCEN e da UNESP-Ourinhos.
6. Definir as amostras e organizar um campo na região para obter dados com o *drone* da UNESP
7. Definir métodos de classificação e uma metodologia completa para produzir e avaliar uma primeira versão de uma *Cartografia das unidades de paisagem* com características associadas ao suporte de espécies de caramujos transmissores e não transmissores e das *unidades de paisagem* associadas a sociodemográfica e economia agrária na microrregião. O produto é a *Cartografia das Paisagens Integradas associadas à Biomphalaria spp. e a Esquistossomose –v1*

8. Primeiro Artigo acadêmico.

Segundo Ano:

1. Seminário geral para apresentar primeiros resultados, a versão inicial da Cartografia das Paisagens associadas à *Biomphalaria* spp e discutir e compilar os ajustes e correções necessárias para produzir a segunda versão.
2. Produzir a segunda versão da *Cartografia das Paisagens Integradas associadas à Biomphalaria* spp. e a *Esquistossomose*.
3. Campo para avaliação e Seminário geral para discussão da segunda versão para a *Cartografia das Paisagens Integradas associadas à Biomphalaria* spp. e a *Esquistossomose* - v2.
4. Segundo Artigo acadêmico
5. Consolidação e sistematização da metodologia
6. Produção da versão final da *Cartografia das Paisagens Integradas associadas à Biomphalaria* spp. e a *Esquistossomose* com análise e discussões em direção a uma compreensão do *Complexo Patogênico da Esquistossomose* na região e recomendações para os serviços de saúde em escala local, regional e para o programa nacional de vigilância e controle da esquistossomose.

Justificativa para o Plano em termos dos objetivos do Programa de Bolsas PD da FAPESP

O projeto que será desenvolvido, segue a lógica de trabalho interdisciplinar do projeto Belmont ao integrar aspectos biológicos às características da paisagem física, hidrologia, pedologia, e da paisagem social, uso da terra, demografia, economia, que criam espaços urbanos-rurais que encampam novas dinâmicas e são fonte de manutenção da esquistossomose ativa no município de Ourinhos. Em conjunto, esses fatores mantem Ourinhos como um potencial centro dispersor regional para a doença. Existem poucos estudos trabalhando metodologias integradas de caracterização da paisagem com uso de múltiplas fontes e em múltiplas escalas.

Disseminação e avaliação.

Os resultados deste projeto têm valor acadêmico, uma vez que há inovações metodológicas que serão publicadas nos periódicos científicos adequados, mas também apresenta resultados relevantes para o programa de vigilância e controle da esquistossomose em nível, nacional, estadual e local. Um *ATLAS da Esquistossomose*

para a microrregião de Ourinhos será um formato de divulgação de informações de pesquisas e guias de orientação técnica deverão ser construídos em conjunto com os serviços de saúde locais que atuam na vigilância e controle da esquistossomose. Este PD caracteriza um projeto que procura diminuir a distância entre a pesquisa e os serviços operacionais de saúde pública.

Referências - Bibliografia Resumida

[1] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Schistosomiasis: status of schistosomiasis endemic countries: 2017. WHO; 2018.

[2] PALASIO, R.G.S., BORTOLETO, A.N., ROSA-XAVIER, I.G., ANDRIGHETTI, M.T.M., TUAN, R., CHIARAVALLOTI-NETO, F. Schistosomiasis in the Middle Paranapanema river region, state of São Paulo, Brazil: Does it matter today for public health? Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.52, e20180447, 2019.

[3] MAGALHÃES LA, DIAS LCS. Estudo da suscetibilidade da *Biomphalaria glabrata* de Ourinhos (SP), à infecção pelo *Schistosoma mansoni* de Belo Horizonte (MG), e de São José dos Campos (SP). Rev Saude Publica; v.7, n 3, p. 295-7, 1973.

[4] SOUZA C.P.D., CALDEIRA R.L., DRUMMOND S.C., MELO A.L., GUIMARÃES C.T., SOARES D.D.M., ET AL. Geographical distribution of *Biomphalaria* snails in the state of Minas Gerais, Brazil. Mem Inst Oswaldo Cruz v.96, n.3, p.293-302, 2001.

[5] PALASIO, R.G.S., de AZEVEDO, T.S., TUAN, R., CHIARAVALLOTI-NETO, F. Modelling the present and future distribution of *Biomphalaria* species along the watershed of the Middle Paranapanema region, São Paulo, Brazil. Acta Tropica, v. 214, 105764, 2021.

[6] PALASIO, R.G S., XAVIER, I.G., CHIARAVALOTTI-NETO, F., TUAN, R. Diversity of *Biomphalaria* spp. freshwater snails and associated mollusks in areas with schistosomiasis risk, using molecular and spatial analysis tools. Biota Neotropica, v.19, n.4, e20190746, 2019.

[7] FURTADO, M. A. O complexo da hantavirose em um pólo sucroalcooleiro do Estado de São Paulo investigado pela análise funcional da paisagem. Tese - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 135 p., 2018.

[8] ESCADA, M.I.S, MONTEIRO, A.M.V., FURTADO, M.A. Métodos para a análise da paisagem nos estudos dos processos saúde-doença: Exemplo do Complexo Patogênico da Hantavirose. In: GURGEL, Helen; BELLE, Nayara (Org.) Geografia e Saúde: Teoria e Método na Atualidade / Helen Gurgel, Nayara Belle - Brasília: Universidade de Brasília, 2019. P. 95-109, ISBN 978-65-5080-008-6

[9] PAVLOVSKY, E. N. On Natural Foci of Infection and Parasitic Diseases. Vestnik AKAD SSSR 10, p. 98 -108, 1939.

[10] LAMBIN, EF; TRAN, A; VANWAMBEKE, SO; LINARD, C; SOTI, V. Pathogenic landscapes: Interactions between land, people, disease vectors, and their animal hosts. *International Journal of Health Geographics*, v. 9, p. 1-13, 2010.

[11] SORRE, M. Complexes pathogènes et géographie médicale. *Annales de Géographie*, v. 42, n. 235, p. 1-18, 1933.

[12] GUIMARÃES, R.B, Catão, R.C., CASAGRANDE, B. Raciocínio geográfico e complexos patogênicos atuais: análise comparativa da Dengue e da Leishmaniose Tegumentar Americana. *Confins* [Online], 37, 2018, URL:<http://journals.openedition.org/confins/15117>;DOI:<https://doi.org/10.4000/confins.15117>