



DETERMINANTES SÓCIO-AMBIENTAIS QUE INTERFEREM NA RELAÇÃO ENTRE CLIMA E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA (DVH)

Patricia Feitosa
pfeitosa@cict.fiocruz.br/ IFF-CABO FRIO
Christhovam Barcellos
xris@cict.fiocruz.br/ Fiocruz/ICICT
Renata Gracie
rgracie@cict.fiocruz.br/Fiocruz/ICICT
Paulo Borges
pborges@cict.fiocruz.br/Fiocruz/ICICT

RESUMO

As mudanças climáticas globais derivarão novos e diferenciados arranjos espaciais na superfície do planeta. Ainda que especulativas, as influências do aquecimento planetário sobre as condições de saúde devem ser tomadas a sério, já que esses efeitos podem se dar de maneira direta ou indireta, através da alteração de regimes de chuva, vulnerabilização de fontes de água e o colapso de redes de abastecimento de água, influenciado na área de incidência de DRS. Epidemias de doenças emergentes e re-emergentes ocorridas nos últimos anos, no mundo, têm se constituído no principal foco das atenções para retomada de estudos sobre as interações entre o clima e a saúde. Neste contexto, o presente trabalho apresenta uma análise dos efeitos do clima sobre a saúde, com o propósito de avaliar como as transformações no clima associadas aos processos de organização do espaço geográfico resultam em modificações nas estruturas ecológicas, provocando a emergência ou re-emergência das DRS, com ênfase em dengue, esquistossomose e leptospirose. Para isso, foi analisada a distribuição espacial das DRS selecionadas, bem como foi avaliada em que medida fatores climáticos interferem na estrutura ecológica dessas doenças. Foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento, para avaliar não só quantitativamente os dados, como relacionar as informações de saúde com dados ambientais, sócio-econômicos e com a posição que o evento ocupa no Brasil. Observa-se que, apesar de se tratar de doenças fortemente condicionadas pelo saneamento, cada uma destas endemias possui distribuição espacial diferente no Brasil, sendo necessária à busca de macro-determinantes climáticos e sócio-econômicos que expliquem as diferenças entre suas distribuições. Os resultados demonstram que existem limites ecológicos das áreas de transmissão mais intensa dessas doenças e que a alteração das condições climáticas podem atuar na ampliação ou mesmo redução dessas áreas.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas globais podem resultar tanto do aquecimento global (entendido aqui como uma acumulação de calor, não só pela atmosfera, mas também na água e solo) como estarem relacionadas às alterações da cobertura vegetal (Confalonieri et al, 2002). Tais mudanças resultam do impacto de processos socioeconômicos e culturais, principalmente aqueles associados ao crescimento populacional, a urbanização, industrialização e ao aumento do consumo de recursos naturais (McMichael, 1999; Confalonieri et al, 2002, Barcellos, 2007).

As alterações climáticas globais afetarão a saúde humana principalmente, no que diz respeito às alterações nos padrões de distribuição espacial das doenças infecciosas endêmicas, transmitidas pela água ou por vetores animais (Confalonieri et al, 2002). Diversas doenças, sobretudo, as transmitidas por vetores são limitadas por variáveis

ambientais como temperatura, umidade, padrões de uso do solo e de vegetação (Hay et al, 1996). Assim, ao serem criadas condições ambientais mais favoráveis à reprodução e à sobrevivência de patógenos e vetores, as mudanças climáticas poderão acelerar os ciclos de transmissão, bem como, estender as suas áreas de distribuições geográficas.

Em relação à proliferação de doenças, as mudanças climáticas globais têm gerado ainda outras preocupações como aquelas relacionadas às alterações provocadas por eventos extremos, tais como tempestades, furacões, ondas de calor e inundações. Estima-se que as mudanças climáticas globais modificarão a distribuição dos padrões locais de tempo, mormente a prevista intensificação do ciclo hidrológico. Tal distorção poderá ter consequências diretas e indiretas sobre as fatalidades associadas à acidentes e à epidemias de doenças transmissíveis consequentes dos desastres climáticos (Confalonieri et al, 2002).

As mudanças climáticas alteram diretamente as doenças relacionadas ao saneamento, no momento em que, as modificações nas variáveis do clima podem aumentar a vulnerabilidade dos sistemas de abastecimentos. O aumento da variabilidade, tanto da qualidade quanto da quantidade de água nos mananciais, provocada pela ausência ou excesso de precipitações, pode afetar gravemente o funcionamento dos sistemas de abastecimento de água e levar a contaminação da rede de abastecimento por patógenos que automaticamente podem gerar doenças (Barcellos et all., 2006)

No cenário de mudanças climáticas e ambientais, em que as incertezas sobre a atuação da natureza e seu impacto sobre as escalas dos ecossistemas locais e regionais do país, se somam às complexidades da nova realidade de um Brasil urbano que sugere questões novas sobre o enfrentamento de velhos problemas das doenças transmissíveis no contexto da saúde pública e das mudanças climáticas. Por isso, o presente artigo tem como objetivo relacionar determinantes climáticos e sócio-econômicos associados aos indicadores de saneamento para explicar as diferenças na distribuição espacial de doenças relacionadas ao saneamento (DRS), avaliando se os determinantes climáticos interferem na ampliação ou mesmo redução das áreas de manifestação dessas doenças. Esta discussão foi baseada na elaboração de modelos estatísticos, na manipulação de banco de dados geográficos utilizando técnicas de geoprocessamento, e em resultados recentes de pesquisas em saúde que alertam sobre o papel que as alterações climáticas estão desempenhando na modificação dos fatores do clima e, conseqüentemente, na saúde humana.

Neste trabalho são discutidas as principais implicações do processo de mudança climática sobre doenças de veiculação hídrica existentes no Brasil, apontando com mais detalhe, os efeitos da variabilidade do clima sobre a ocorrência e a variação no tempo e no espaço do Dengue, Leptospirose e Esquistossomose no país. Neste sentido, a pesquisa priorizou com mais detalhe as observações relacionadas aos impactos da variabilidade natural do clima do que as análises referentes à mudança climáticas globais propriamente ditas.

Neste contexto, as razões para a re-emergência dessas doenças, principalmente aquelas transmitidas por vetores como o Dengue são complexas e não totalmente compreendidas. Na maioria das vezes, esses fenômenos são explicados pelo processo de urbanização desordenado ocorrido em alguns países, ou por mudanças demográficas, como as migrações rural-urbanas que resultaram no inchaço de grandes cidades; ou pelo saneamento básico precário, que dificulta o abastecimento de água e a coleta de lixo adequada, além da deterioração da infra-estrutura de saúde pública, que torna ausente as medidas de prevenção às doenças. E, também, por modificações ambientais que interferem no ciclo de reprodução de vetores e no funcionamento do sistema de abastecimento de águas, deixando os sistemas sujeitos a entrada de microorganismos e a reprodução das doenças de veiculação hídrica.

Além de todos esses pontos, ainda é importante considerar que variáveis ambientais como a temperatura, umidade, precipitação, padrões de uso do solo e outros podem influenciar no ciclo de vida dos vetores, assim como, dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão das doenças. Então, as alterações de temperatura, umidade e o regime das chuvas podem influir sobre a re-emergência das doenças, quando se percebe que eventos extremos como secas e enchentes intervêm na qualidade e no acesso a água, podendo afetar a dinâmica das doenças de veiculação hídrica como a Leptospirose e a Esquistossomose, por exemplo.

Esses fatos mostram como a complexidade dos processos ambiente-doenças foram considerados ao longo do trabalho, uma vez que, a variabilidade do clima, também, pode produzir impactos sobre a saúde humana por diferentes vias. Por isso, o presente trabalho apresenta uma análise geral das variabilidades do clima sobre a emergência ou re-emergência das DRS como a Dengue, Esquistossomose e Leptospirose priorizando ressaltar alguns pontos como: 1) analisar os fatores de vulnerabilidade para cada doença selecionada associando aos determinantes sócio-ambientais 2) avaliar em que medida os fatores do clima relacionados aos determinantes do saneamento interferem na ocorrência das DVH selecionadas; 2) identificar e explicar os padrões espaciais de distribuição das DVH reemergentes.

RELAÇÃO ENTRE DOENÇA, CLIMA E SANEAMENTO.

O Brasil, pela sua localização geográfica e tamanho, é alvo de fortes variações climáticas, que conduzem a mudanças no meio ambiente, às quais favorecem o aumento de doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis ao clima, tais como o Dengue, a Leptospirose entre outras. Os mecanismos de ação das variáveis climáticas podem ser diretos, tal com a criação de umidade ambiental favorável ao desenvolvimento e dispersão de agentes infecciosos e vetores, e, indiretos provocados, na maioria das vezes por processos de migração da população humana que são desencadeados por fenômenos adversos como a seca, resultando na redistribuição espacial das endemias. No país os eventos climáticos extremos (os temporais, as inundações e as secas) têm importantes impactos na saúde das coletividades, quer ensejando o aparecimento de surtos de doenças transmissíveis, quer provocando vítimas por acidentes (Barcellos et al, 2007).

As doenças transmitidas por vetores ou relacionadas ao saneamento, mais freqüentes nos países de clima tropical como o Brasil, aparecem como um dos principais problemas de saúde pública que podem decorrer do aquecimento global. Principalmente, quando há flutuações climáticas sazonais que podem produzir efeitos na dinâmica das doenças vetoriais, à ocorrência de taxas de maior incidência da dengue no período do verão, e, também no caso da ocorrência de eventos extremos que introduzirão consideráveis flutuações que podem afetar na dinâmica de doenças como a leptospirose, as hepatites virais, as doenças diarréicas, etc. Essas doenças podem se agravar com as enchentes ou secas que afetam a qualidade e o acesso à água (Barcellos et al, 2007).

Apesar de se tratar neste trabalho tanto de doenças classificadas como de veiculação hídrica como as doenças vetoriais, vale frizar que ambas são doenças baseadas na água, já que em algumas doenças selecionadas para o estudo o agente patogênico pode desenvolver parte de seu ciclo vital na água através de reservatórios aquáticos (doenças de veiculação hídrica) ou em outros casos a água pode ser uma forma de contato do agente com as pessoas (doenças vetoriais) (Christhovam et al, 2006), cada uma destas doenças possui distribuição espacial diferente no país, sendo necessária à busca de macro-determinantes climáticos e sócio-econômicos que melhor expliquem as diferenças entre suas distribuições espaciais.

Em situações extremas, como secas, tempestades e enchentes, a operação dos sistemas de abastecimento de água, cada vez mais complexos e vulneráveis, afeta a todos os componentes subordinados como os domicílios e a comunidade. Graves surtos de doenças

de veiculação hídrica têm sido relatados em sistemas de abastecimento com falhas nos dispositivos de desinfecção (Christovam et al., 2006).

No Brasil a interrupção do sistema de abastecimento de água em certas áreas provocadas pela variabilidade do clima pode provocar conseqüências drásticas. Já que, no país apesar da cobertura dos serviços de abastecimento de água atingir 91,3 % da população urbana (PNAD, 2000), os dados indicam que os registros de doenças de veiculação hídrica continuam freqüentes (Barcellos et al., 2006).

Neste contexto, no Brasil o processo de urbanização e o adensamento populacional produzem riscos que são característicos de grandes centros urbanos, com mananciais e redes de distribuição de água vulneráveis, surtos de doenças de veiculação hídrica transmitidos pelo sistema de distribuição de água podem ocorrer, levando o sistema de abastecimento a funcionar mais como veículo de difusão de agentes infecciosos que como fator de proteção das populações.

Nesse sentido, o aquecimento e mudanças ambientais globais podem ter conseqüências sobre as doenças relacionadas à água, aumentando a vulnerabilidade desses sistemas. E o cenário de universalização precária dos serviços de saneamento pode agravar os riscos das populações servidas por esses sistemas.

A possível expansão de áreas de transmissão de doenças não pode ser compreendida como um regresso de doenças como leptospirose, dengue e esquistossomose, além de outros agravos. Ainda, mas, pelo fato da possibilidade de retorno dessas doenças se dá sobre bases sócio-espaciais completamente distintas daquelas existentes no século XIX, época em que foram relatadas as primeiras infestações pela população dessas doenças. As transformações sociais e tecnológicas ocorridas nos últimos anos permitem afirmar que essas doenças adquiriram, ao longo de décadas, outras características. No momento, em que esses agravos passaram a adquirir novas características, as mudanças climáticas globais e seus efeitos trazem novos desafios para o setor de saúde. (Barcellos, et al. 2006).

As mudanças climáticas ameaçam as conquistas e os esforços de redução das doenças transmissíveis e não-transmissíveis. Acredita-se que os problemas de saúde humana associados às mudanças climáticas não têm sua origem exclusivamente nas alterações climáticas. Por isso, ao estudar essas doenças deve-se levar em conta que são múltiplos os fatores que influenciam na dinâmica tanto das doenças transmitidas por vetores como das doenças de veiculação hídrica, que têm no saneamento sua principal estratégia de controle, além é claro, dos fatores mais comuns como os ambientais (vegetação, clima, hidrologia); os sócio-demográficos (migrações e densidade populacional) os biológicos (ciclo vital dos insetos vetores de agentes infecciosos), os de saneamento (funcionamento do sistema de abastecimento), os médicos-sociais (estado imunológico da população; efetividade dos sistemas locais de saúde e dos programas específicos de controle de doenças, etc.) e a história da doença no lugar. (Barcellos et al., 2006).

As condições sociais como situação de moradia, alimentação e acesso aos serviços de saúde também são fatores que aumentam a vulnerabilidade de populações expostas às mudanças climáticas, esse episódio de exposição do contingente populacional poderá apresentar efeitos no quadro de expansão das doenças infecciosas. Em áreas sem ou com limitada infra-estrutura urbana, especialmente, nos países em desenvolvimento, todos esses fatores podem recair sobre as populações mais vulneráveis (Martins Et al., 2004; IPCC, 2001, Barcellos et al., 2007).

Esses fatores confirmam a idéia de que a relação entre o clima e a transmissão de doenças infecciosas é bastante complexa e pode ser modificada de acordo com os lugares em que elas ocorrem. No entanto, para Reiter et al. (2004), Reiter (2001), Rogers e Randolph, (2000) pelos menos para a malária, a dengue e a febre amarela, raramente o clima foi o principal determinante para sua prevalência ou seu alcance geográfico. Pelo contrário, segundo

estes autores impactos nos ecossistemas em nível local que são provocados por atividades humanas têm se mostrado muito mais significativos.

Esses fatos mostram que a complexidade dos processos ambiente-doenças serão considerados neste trabalho, antes de se afirmar que a expansão de doenças relacionadas ao saneamento, assim como, das doenças vetoriais, podem ser causada diretamente pelo aquecimento climático global e seus efeitos sobre os fatores do clima.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas três bases de dados: o banco de agravos do SINAN, contendo as taxas de incidência de leptospirose, esquistossomose e dengue, o banco de dados sócio-econômicos, incluindo indicadores de proporção de população urbana, proporção de população favelada, densidade demográfica, proporção de domicílios com rede geral como forma de abastecimento de água, proporção de domicílios com fossa para esgoto, proporção de domicílios com outro destino para o lixo e proporção de distritos abastecidos por captação superficial, ambos os dados foram retirados dos Censo/IBGE; e o banco de meio ambiente com indicadores de clima (temperatura, precipitação e tipos de clima) selecionados da base digital cartográfica do IBGE. As taxas de incidências confirmadas para cada agravo ocorridos em 2000, foram georreferenciados conforme seu município de residência. Para que todos os dados gerados fossem mapeados, os eventos de saúde, os indicadores sociais e ambientais foram relacionados à objetos geográficos ou unidades espaciais previamente estabelecida, neste caso os municípios.

As taxas de incidência, os dados de saneamento, os indicadores sócio-econômicos e de clima foram tratados estatisticamente através do programa estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 15 para o cálculo da regressão logística e regressão logística multinomial. Esse procedimento permite estabelecer relações entre as variáveis selecionadas para verificar se após a associação de todos os indicadores o clima interfere ou não na distribuição espacial dos agravos.

Para cada município foram calculados 9 indicadores sócio-ambientais mais relevantes para a situação de dengue, 6 para a de leptospirose e 10 indicadores para as taxas de incidência de dengue entre 0 e 4 e 10 para as taxas de incidência acima de 4. Através de operações entre as camadas em ambientes de sistemas de informações geográficas, foram integradas as camadas de clima (precipitação, tipo de clima e temperatura), municípios e taxas de incidência, a partir daí foi possível associar as taxas de incidência para cada indicador de clima e o município.

O banco de dados foi exportado para um programa de análise estatística através do qual foram feitas regressões gerando modelos a partir dos indicadores sócio-ambientais. Foram realizadas regressões logística e logística multinomial, tendo como desfecho a variável dicotômica presença/ausência de taxas de incidência ou de taxa de incidência entre 0 e 4 ou acima de 4 registros e como variáveis explicativas os indicadores sócio-ambientais.

Com base nas observações disponíveis no banco de dados, e de acordo com o conhecimento adquirido sobre as doenças relacionadas ao saneamento, e a importância das variáveis relacionadas aos determinantes bioecológicos, sociológicos e socioculturais desses agravos. Desta forma, o modelo inicial de regressão logística foi gerado para dois agravos selecionados, a Esquistossomose e Leptospirose, que inclui, respectivamente, as seguintes variáveis: variável dependente - (taxa de incidência: população sem a doença /população doente); variáveis explanatórias: tipos de clima (semi-árido - categoria de referência, super-úmido, úmido e semi-úmido); temperatura média (temperatura < 15°C – categoria de referência, temperatura entre 15 e 18°C e temperatura >18°C); proporção de população urbana; proporção de população favelada e proporção de domicílios com fossa para esgoto.

Para a Leptospirose a variável dependente - (taxa de incidência: população sem a doença /população doente); variáveis explanatórias: tipos de clima (semi-árido - categoria de

referência, úmido e super-úmido); temperatura média (temperatura >18°C – categoria de referência, até 15°C – temperaturas em mesotérmico brando e mesotérmico mediano); proporção de população urbana; proporção de população favelada e proporção de domicílios com rede geral como forma de abastecimento de água.

Para o modelo de regressão logística multinomial foram escolhidas como variáveis dependente - (taxa de incidência: população sem a doença /população doente) e variáveis explanatórias: proporção de distritos com racionamento de água para o ano de 2000; proporção de população favelada, proporção de domicílios com outras formas de abastecimento de água; temperatura menor ou igual a 18°C e temperatura acima de 18°C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Dentro da epidemiologia os chamados estudos ecológicos representam uma estratégia de investigação para a análise de dados de grupos populacionais, por intermédio da qual se compara a frequência de doença no tempo ou no espaço. No que é referente aos métodos de observação utilizados na apreciação das pesquisas de saúde o presente trabalho demonstra-se relacionado aos estudos ecológicos.

Sendo assim, espera-se que os indicadores epidemiológicos selecionados para esta pesquisa possam apontar a distribuição dos eventos relacionados com o processo saúde-doença na população, isto é, que revelem as áreas e grupos de riscos, que tenham sensibilidade, e pronta resposta na relação das variáveis do clima com os indicadores de saneamento e sócio-demográficos. Para demonstrar se há ou não a combinação desses indicadores, foram construídos modelos de análise estatísticas que possibilitassem a verificação da relação tipo de clima, temperatura e doenças infecciosas no conjunto das unidades espaciais previamente estabelecidas para pesquisa, no caso os municípios.

A tabela 01 apresenta que na categoria 1 (taxa de incidência entre 0 e 4) há para todas as variáveis contínuas a possibilidade de aumentar 0,2% a taxa de Incidência de Dengue. Nas variáveis categóricas que envolvem o tipo de clima, a possibilidade de se manifestar este tipo de taxa de incidência é a seguinte: nos clima úmido e semi-úmido existe a possibilidade de 2% de chance desta taxa de incidência ocorrer; no clima semi-árido há 3% de chance.

Na variável categórica relacionada à temperatura média são de 4 vezes as chances de acontecerem estas taxas de incidência do que para as outras temperaturas. Na categoria 2 com taxa de incidência acima de 4 para as variáveis contínuas, cada acréscimo na proporção do indicador aumenta a chance de ocorrer este tipo de incidência em 0,7%, nas variáveis categóricas referentes ao tipo de clima, para os climas úmido e semi-úmido as chances dessa taxa se manifestar foi de 2%, e de 5% no clima semi-árido. Na variável categórica temperatura média as chances de ocorrer este tipo de taxa foram de 43%.

TABELA 01 - Resultado da Regressão Logística Multinomial da Variável Dependente (Tx.de Incidência de Dengue) com as Variáveis Independentes –2000

tx_cat2(a)		Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)		Sig.
1			LI	LS	
	Proporção De Distritos com Racionamento de Água (2000)	1.002	1.000	1.004	0.025
	Proporção de População Favelada	1.106	1.063	1.151	0.000
	Proporção de Domicílios com outro Destino para o Lixo	1.004	0.999	1.010	0.098
	Proporção de Domicílios com outras formas de Abastecimento de Água	1.009	1.004	1.015	0.001
	Tipo de Clima				
	Super-úmido	1.000	-	-	-
	Úmido	2.251	1.704	2.973	0.000
	Semi_Úmido	2.028	1.528	2.692	0.000

	Semi_Árido	3.092	2.250	4.248	0.000
Temperatura Média					
	<= 18° C	1.000	-	-	-
	> 18° C	4.435	3.584	5.487	0.000
	Proporção de População Urbana	1.027	1.020	1.033	0.000
	Proporção de Distritos Abastecidos por captação Superficial	1.002	1.001	1.004	0.006
2	Intercept				0.000
	Proporção De Distritos com Racionamento de Água (2000)	1.006	1.003	1.008	0.000
	Proporção de População Favelada	1.077	1.015	1.143	0.015
	Proporção de Domicílios com outro Destino para o Lixo	1.011	1.005	1.018	0.001
	Proporção de Domicílios com outras Formas de Abastecimento de Água Super-Úmido	1.007	1.000	1.014	0.048
Tipo de Clima	Úmido	2.024	1.078	3.799	0.028
	Semi-Úmido	2.196	1.184	4.075	0.013
	Semi-Árido	5.505	2.963	10.229	0.000
Temperatura Média	<= 18° C	-	-	-	-
	> 18° C	43.278	19.821	94.494	0.000
	Proporção de População Urbana	1.029	1.021	1.038	0.000
	Proporção de Distritos Abastecidos por captação Superficial	1.000	0.998	1.002	0.976

Fonte: SINAN 2000/DATASUS; PSNB 2000/IBGE; CENSO 2000/IBGE.

As taxas de incidência de Dengue aparecem bastante relacionadas às temperaturas médias acima de 18°C, isto só vem confirma a hipótese de que sob temperaturas abaixo de 17°C, a manutenção do mosquito é totalmente interrompida, pois não há desenvolvimento embrionário a uma temperatura da água dos criadouros abaixo dos 17°C (BESERRA, E.B. et all, 2006). Outro autor, ainda reforça essa idéia, ao afirmar que o melhor equilíbrio entre longevidade e ovoposição do mosquito adulto situa-se na faixa dos 20-30°C (SCHREIBER, K. V., 2001).

Cabe, também, ressaltar que para as variáveis do tipo de clima, o semi-árido, foi o que apresentou as mais altas correlações, isto se justifica pelo fato de que nas regiões de ocorrência deste clima, geralmente, as precipitações são mais raras o que leva a população a armazenar água para consumo em tonéis, fator que favorece a proliferação do mosquito, o que leva estas regiões, em que existe um período de interrupção das chuvas, a funcionarem durante as estações chuvosas como áreas de riscos (RAMALHO, 2008).

Além disso, foi constatado que as correlações entre as taxas de incidência e as variáveis de saneamento e sócio-econômica foram acima de 0,02%, isto reforça a hipótese de que o aumento da urbanização, com o surgimento de grandes adensamentos populacionais com precária infra-estrutura de saneamento, produção desenfreada e disposição no meio ambiente de recipientes descartáveis e interrupção ou ausência de abastecimento de água facilitam a propagação do *Aedes aegypti*.

Na tabela 02 a Leptospirose demonstrou para quase todas as variáveis contínuas que cada acréscimo na proporção dos indicadores aumenta 1,03 mais a chance de ocorrer este tipo de taxa de incidência, no entanto, a variável proporção de domicílios com rede geral como forma de abastecimento de água apresentou-se como fator de proteção, pois seu valor menor que 1 indica que quando maior a proporção menor será a chance de manifestação da doença.

Tabela 02 - Resultado da Regressão Logística da Variável Dependente (Tx. de Incidência de Leptospirose) com as Variáveis Independentes –2000

	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)		Sig.		
		LI	LS			
Tipo de Clima						
		semi-árido				
		úmido	,018	1,054	1,756	,018
		super-úmido	,000	3,615	6,158	,000
Temperatura média						
		> 18° C				
		Até 15°C	,008	1,089	1,778	,008
Proporção de População Urbana						
			1,035	1,029	1,042	,000
Proporção de População Favelada						
			1,135	1,085	1,187	,000
Proporção de Domicílios com Rede Geral como Forma de Abastecimento de Água						
			,992	,986	,997	,004

Fonte: SINAN 2000/DATASUS; PSNB 2000/IBGE; CENSO 2000/IBGE.

A leptospirose apresentou entre os indicadores que a correlação da taxa de incidência com a proporção de população urbana e população favelada aumenta com o crescimento populacional e a expansão das favelas, isto demonstra o papel que as áreas faveladas representam em termos da distribuição espacial da doença, porque, comumente, nestas áreas há carência de infra-estrutura básica refletida na falta de rede de esgoto e de pavimentação de vias, além da deficiência no sistema de coleta e destinação do lixo, por isso nas áreas onde os serviços de limpeza urbana são precários observa-se, na maioria das vezes, a maior vulnerabilidade da população em contrair doença. Por outro lado, a proporção de domicílios com rede geral como forma de abastecimento de água, expressado na combinação como um fator de proteção, apresenta correlação pequena com a taxa de incidência, pois nas áreas com saneamento básico, a presença da rede de abastecimento pode evitar o contato da água para consumo com água contaminada pela bactéria leptospira.

As taxas de incidência de casos de leptospirose aparecem bastante relacionadas ao clima super-úmido, provavelmente porque a manutenção de leptospirose nas regiões urbanas e rurais do Brasil é favorecida pelo clima tropical úmido e pela presença de uma vasta população de roedores, e, também, pela leptospiros sobrevivem no solo úmido por longos períodos, podendo infectar o indivíduo com a mesma facilidade que ocorre mediante contato com água contaminada, já que o solo úmido e a água (especialmente aquelas estagnadas ou com pouco movimento), assim como, as temperaturas situadas a mais ou menos 30°C, incluem-se entre os fatores ambientais favoráveis a manutenção da infecção.

A tabela 03 mostra, utilizando-se uma seleção de municípios com população em torno de 100.000 habitantes, para as variáveis categóricas do clima, a categoria de referência clima semi-árido não favorece a ocorrência das taxas de incidência nos municípios brasileiros, o clima super-úmido e semi-úmido apresentam 2 vezes mais chances de ocorrência da taxa de incidência. Na variável categórica temperatura média os municípios que estão situados nas faixas de temperatura entre 15°C e 18°C apresentam duas vezes mais chances de manifestar as taxas de incidência do que os municípios que estão na faixa de temperatura média menor que 15°C, e os municípios que se encontram nas temperaturas maiores que 18°C têm 5 vezes mais chances de apresentarem taxas de incidência. Para as variáveis contínuas tanto a proporção de população urbana como a proporção de população favelada apresenta riscos, já que cada unidade percentual que acrescida na proporção aumenta 0,011% a taxa de incidência de Dengue e a proporção de população favelada aumenta 0,142%.

TABELA 03- Resultado da Regressão Logística da Variável Dependente (Tx. de Incidência de Esquistossomose) com as Variáveis Independentes –2000

	Exp(B)	95% Confidence Interval for Exp(B)		Sig.
		LI	LS	
Tipo de Clima				
Semi-Árido	-	-	-	0.000
Super-Úmido	2,161	1,327	3,517	0.002
Úmido	2,428	1,663	3,545	0.000
Semi-Úmido	3,497	2,461	4,969	0.000
Temperatura Média				
<= 15° C	-	--	-	-
Entre 15° C e 18° C	2,292	1,396	3,763	0.001
> 18° C	5,140	3,185	8,294	0.000
Proporção de População Urbana	1,011	1,006	1,016	0.000
Proporção de População Favelada	1,142	1,097	1,188	0.000
Proporção de Domicílios com Fossa p/ Esgoto	,992	,988	,996	0.000

Fonte: SINAN 2000/DATASUS; PSNB 2000/ IBGE; CENSO 2000/IBGE.

Utilizando-se como critério de análise nas variáveis categóricas do clima percebeu-se que o clima semi-árido surge como um fator de proteção e semi-úmido é o clima que apresenta maior correlação com as taxas de incidência. Ainda, verifica-se que a média de temperatura mais comum para a ocorrência de taxas de incidência nos municípios analisados acontece nas temperaturas acima de 18°C, principalmente, por que nas temperaturas de 20°C e 30°C, o desenvolvimento dos caramujos transmissores ocorre com maior viabilidade que nas temperaturas de 15°C.

Considerando os indicadores de saneamento a correlação veio confirmar o peso que a rede de esgoto tem em evitar a prevalência da doença, já que atividades sanitárias, como suprimentos seguros de água e rede de esgoto adequada funcionam como fatores de proteção, pois ao eliminarem corretamente os dejetos que possam contaminar a água de consumo evitam a transmissão da doença. Nota-se, ainda, que as associações dos indicadores sócio-econômicos, proporção de população urbana e favelada, com as taxas de incidência confirmam mais uma vez, que a Esquistossomose, em regra, surge em locais de povoamento intenso ou recente, como favelas, em que usualmente são encontradas em moradias de pessoas com baixa renda, apresentando comportamentos de riscos junto às águas naturais contaminadas funcionam, assim, como determinantes explicativos do processo endêmico.

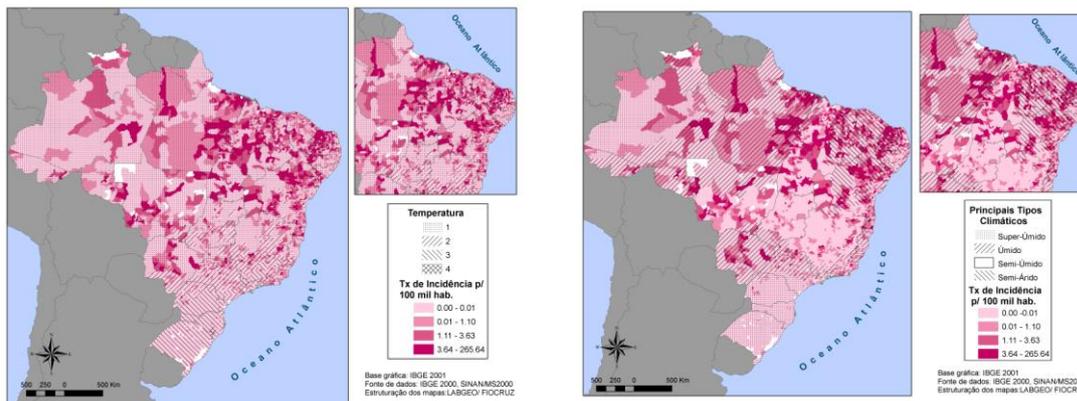
A maior parte das doenças infecciosas ora analisadas ocorrem no território brasileiro como um todo, algumas encontram-se concentradas em determinadas áreas devido a existência de determinantes bioecológicos, sociológicos e socioculturais que favorecem a sua reprodução, outras apresentam-se de forma dispersa ou difusa espacialmente, no entanto, como o Brasil possui clima tropical úmido em grande parte da sua extensão territorial as condições de temperatura e o regime de chuvas combinados à situação e qualidade da infra-estrutura de saneamento básico podem representar fatores de risco na proliferação dessas doenças, mas cada uma destas endemias possui distribuição espacial diferente, já que são múltiplos os fatores que influenciam na dinâmica tanto das doenças transmitidas por vetores como das doenças de veiculação hídrica, principalmente se macro-determinantes climáticos e sócio-econômicos são utilizados para explicar as diferenças entre suas distribuições.

Nos mapas 01 e 02 a incidência de Dengue mostrou um padrão difuso nos estados que ocorreram maior concentração. A maior intensidade das taxas de incidência manifestaram-se nas temperaturas quente média $>18^{\circ}\text{C}$, explicada pelo melhor equilíbrio entre a longevidade e ovoposição do mosquito adulto situa-se na faixa dos $20\text{-}30^{\circ}$ (SCHREIBER KV, 2001), enquanto que temperaturas abaixo dos 18°C e acima dos 34°C as fêmeas diminuem sua fecundidade (BESERRA et all, 2006).

Dessa forma, a ocorrência situa-se nas áreas de climas úmido e semi-árido. A doença está disseminada na região Nordeste pela organização social do espaço favorecer a proliferação dos vetores tanto pelo saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a coleta de lixo, mostrarem-se inadequados, como pela falta de água favorecer a expansão do armazenamento de água nos domicílios ampliando o potencial de criadouros. Na região Norte, o clima úmido, favoreceu a ocorrência, sobretudo, no período que as chuvas são fracas e esparsas, por que o excesso de água prejudica a sobrevivência das larvas.

Mapa 01- Brasil: Temperatura e Taxa de Incidência de Dengue, 2000.

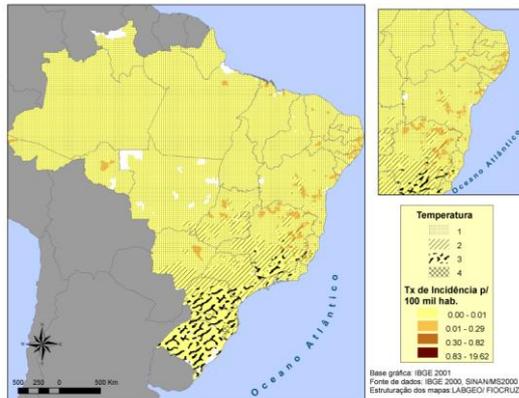
Mapa 02 – Brasil: Tipo de Clima e Taxa de Incidência de Dengue, 2000.



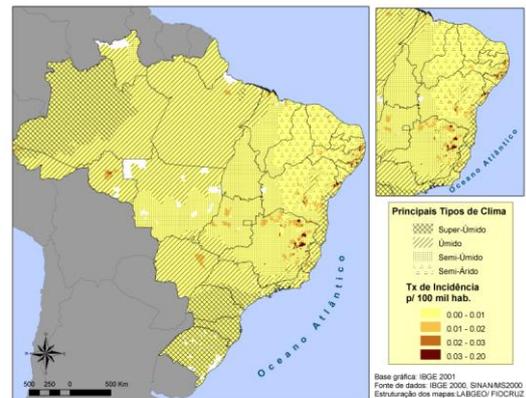
A análise da distribuição espacial da incidência de Esquistossomose no Brasil mostrou que a doença está concentrada nas regiões Nordeste e Sudeste, além de apresentar um padrão disperso na região Centro-Oeste. Nestas regiões foram identificadas áreas críticas com significativa presença, principalmente, naquelas em que predominam temperaturas quente com média $>18^{\circ}\text{C}$, no caso do Nordeste e Sudeste, e sub-quente (média entre 15° e 18°C), neste caso o Sudeste. Nestas áreas os tipos de clima predominante são, respectivamente, o semi-úmido e úmido.

Mesmo que variabilidade climática interfira na ocorrência da doença, também, pode-se inferir que os principais determinantes desta situação para as regiões foram: no Nordeste, especialmente na Zona da Mata, ocorrem situações de prevalências crônicas associadas à movimentos migratórios rurais-urbanos de indivíduos infectados pelo parasito, pelo fato do migrante encontrar no espaço urbano as condições ambientais que propiciam o estabelecimento do ciclo de transmissão; bem como, por estarem associadas ao destino dos dejetos, práticas agrícola, doméstica e de lazer das comunidades afetadas pela doença. Nas demais regiões brasileiras, a doença se disseminou devido à carência de infra-estrutura de saneamento básico, que favoreceu o contato de indivíduos com águas naturais contaminadas pelo vetor.

Mapa 03 – Brasil – Temperatura e Taxa de Incidência de Esquistossomose, 2000.

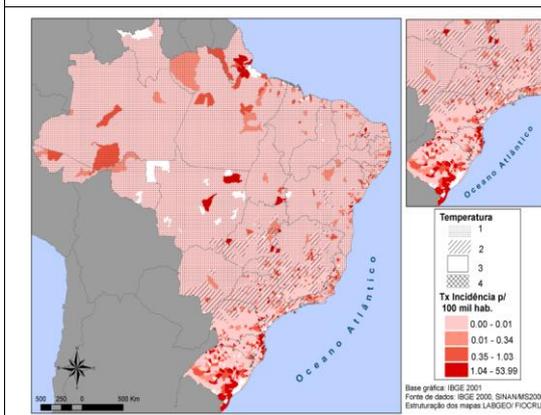


Mapa 04 – Brasil – Tipo de Clima e Taxa de Incidência de Esquistossomose, 2000.

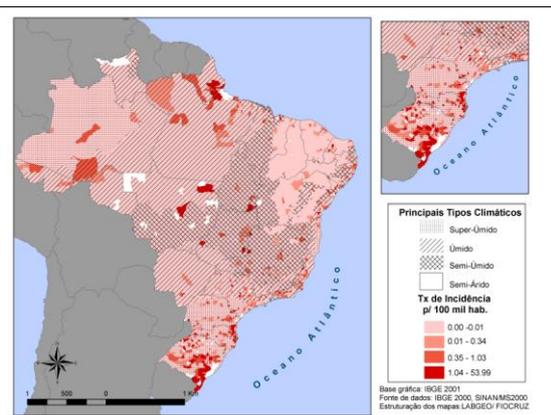


A leptospirose apresentou 2 padrões espaciais de distribuição bem distintos: nos municípios da região Norte há um padrão de concentração de taxas mais altas em poucos municípios associando-se a temperaturas quentes e médias > 18°C (climas úmido e super-úmido) e a lugares em que o modo de transmissão está relacionado a grupos populacionais mais carentes, situados em áreas que têm condições de saneamento extremamente precárias. Nos municípios da região sul a maior intensidade ocorre nas temperaturas médias entre 10° e 15°C (mesotérmico brando) no clima úmido, geralmente em áreas mais carentes de infra-estrutura urbana ou onde o uso do solo é, predominantemente, agrícola ligado à lavoura irrigada.

Mapa 05 – Brasil: Temperatura e Taxa de Incidência de Leptospirose, 2000.



Mapa 06 – Brasil: Tipos de Clima e Taxa de Incidência de Leptospirose, 2000.



As alterações de temperatura, umidade e o regime de chuvas podem aumentar os efeitos das doenças. As variabilidades climáticas produzem efeitos na dinâmica das doenças transmitidas por vetores, já que o ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças está fortemente relacionado à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde estes vivem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALMEIDA, L. P. et al. Levantamento soropidemiológico de Leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da região sul do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, 28 (1): p.76-81, 1994.

BARCELLOS, C., SABROZA, P. C., PEITTER, P., ROJAS, L. I. Organização Espacial, Saúde e qualidade de Vida: Análise Espacial e Uso de Indicadores na Avaliação de Situações de Saúde. *Inf. Epidemiol. Sus*, set. 2002, vol.11, no.3, p.129-138.

BARCELLOS, C. et al. Distribuição espacial da Leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos Rio de Janeiro, 19(5):1283-1292, 2003.

BARCELLOS, C. et al. Identificação de Locais com Potencial de Transmissão De Dengue Em Porto Alegre Através de Técnicas de Geoprocessamento. In: *Revista Da Sociedade Brasileira De Medicina Tropical*, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 246-205, 2005.

BARCELLOS, C. et al. Desenvolvimento de Indicadores sobre Água e Agravos à Saúde para a Avaliação de Políticas Públicas de Saneamento, 2006 (Relatório de Projeto).

BARCELLOS, C. et al. Mudanças Climáticas e Ambientais e as Doenças Infecciosas: Cenários e Incertezas para o Brasil. Texto do trabalho da Oficina de Mudanças Climáticas. 7ª EXPOEPI, 2007, Brasil.

BESERRA E. B., CASTRO, JR.. F., SANTOS, J. W. SANTOS, T. S., FERNANDES C. R. M. Biologia E Exigências Térmicas De *Aedes Aegypti* (L.) (Diptera: Culcidae) Provenientes De Quatro Regiões Bioclimáticas Da Paraíba . *Neotropical Entomology*. 2006; 35: 853-60.

CONFALONIERI, U., CHAME, M., NAJAR, A., CHAVES, S.A.M., KRUG, T, NOBRE, C., MIGUEZ, J.D.G., CORTESÃO, J, HACON, S. (2002) Mudanças globais e desenvolvimento: importância para a saúde. *Informe Epidemiológico do SUS*, 11(3): 139-154.

FIGUEIREDO, C. M. et al. Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 34(4): 331-338, 2001.

HAY, S.I.; GUERRA, C.A.; TATEM, A.J.; NOOR, A.M. E SNOW, R.W. (2004) The global distribution and population at risk of malaria: past, present, and future. *Lancet Infectious Diseases* 4(6): 327-336.

HELLER, L. Saneamento e Saúde. Organização Panamericana da Saúde, Brasília, 1997.

MCMICHAEL, A.J. (1999) From hazard to habitat: rethinking environment and health. *Epidemiology*, 10(4): 460-464.

PAULA, E. V. Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba. Anais XII Simpósio de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21, p. 2301-2308, 2005.

RAMALHO, W. M. Influência do Regime de Chuvas na Ocorrência do Dengue em Municípios Brasileiros, 2002 a 2006. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Saúde Coletiva. Dissertação de Mestrado, 2008. 116p.

REITER, P.; THOMAS, C.J.; ATKINSON, P.M.; HAY, S.I.; RANDOLPH, S.E., et al. (2004). Global warming and malaria: a call for accuracy. *Lancet Infectious Diseases* 4(6): 323-324.

REITER, P. (2001) Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental Health Perspectives*. 109: 141-161.

ROGERS, D.J.; RANDOLPH, S.E. (2000) *Science*. 289(5485): 1763-1766.

SILVA, H. R. et al. Leptospirose-infecção e forma subclínica em crianças de Salvador, Bahia. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 36 (2): p.227-233, 2003.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cadernos Saúde Pública*, vol.13, no.4, p.585-593 Out 1997.

SCHREIBER, K.V. An Investigation Of Relationships Between Climate And Dengue Using A Water Budgeting Technique. *International Journal Of Biometeorology*, 2001, JUL 22; 45 (2): 81 -9.

TASSINARI, W. S. et al. Distribuição espacial da Leptospirose no Município do Rio de Janeiro, Brasil ao longo dos anos de 1996-1999. *Cadernos de Saúde Pública* 2004; 20(6): 1721-1729.