



**PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO  
EM GEOCIÊNCIAS  
E MEIO AMBIENTE**

---

**A ENDEMIAS DA MALÁRIA EM PORTO VELHO (RO):  
UM ESTUDO BASEADO NA ANÁLISE ESTATÍSTICA ESPACIAL  
DE DADOS MULTIVARIADOS**

Flávio Batista Simão

---

Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Campus de Rio Claro

2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociência e Ciências Exatas

Campus Rio Claro

**A ENDEMIAS DA MALÁRIA EM PORTO VELHO (RO): UM ESTUDO BASEADO NA ANÁLISE ESTATÍSTICA ESPACIAL DE DADOS MULTIVARIADOS.**

**Flávio Batista Simão**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente / UNESP-Rio Claro, para obtenção do título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Rio Claro(SP)

**Novembro - 2006**

614 Simão, Flávio Batista  
S588e A endemia da malária em Porto Velho (RO) : um estudo baseado na análise estatística espacial de dados multivariados / Flávio Batista Simão. – Rio Claro : [s.n.], 2006  
97 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Geociências e Ciências Exatas  
Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim

1. Saúde pública. 2. Vetor transmissor. 3. Malária. 4.  
Análise de correspondência múltipla. I. Título.

## **BANCA EXAMINADORA**

Tese de Doutorado defendida em 28/Novembro/2006,

Pela comissão examinadora.

---

Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim  
Universidade Estadual Paulista – UNESP / Rio Claro - SP

---

Prof. Dr. Ene Glória da Silveira  
Universidade Federal de Rondônia – UNIR / Porto Velho - RO

---

Profa. Dra. Luzia Aparecida Trinca  
Universidade Estadual Paulista – UNESP / Botucatu - SP

---

Prof. Dr. Roberto Wagner Lourenço  
Universidade Estadual Paulista – UNESP / Sorocaba - SP

---

Prof. Dr. Antonio Carlos Simões Pião  
Universidade Estadual Paulista – UNESP / Rio Claro - SP

Resultado: \_\_\_\_\_

A minha família (Solange e Sávio),  
sempre ao meu lado.

Ofereço.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Paulo Miltom Barbosa Landim pela orientação, amizade e constante apoio.

Ao Prof. Dr. Ene Glória da Silveira, pelo empenho e realização deste convênio interinstitucional UNIR-UNESP.

Ao curso de Pós-graduação em Geociências do Instituto de Geociências e Ciências exatas da UNESP, pela oportunidade da realização do convênio UNIR-UNESP.

Aos professores do programa que nos motivaram, com novos conhecimentos na área de Geociências.

A todos os colegas da turma de Pós-graduação.

Aos meus irmãos pela compreensão de não estar presente aos fins semana.

Aos meus tios, João e Aluizio Balbino do Nascimento, pela saudade das tardes de domingo.

A minha tia Ana Simões e Maria José de Lima Silva, que sempre acreditaram na minha vida profissional.

A Elizeu e Benedita Christofolletti amigos, pela atenção de um pai.

A todos os funcionários da Fundação Riomar, pela compreensão dos momentos difíceis que passamos juntos, em especial ao Alberto, Juciana, Charllles, Emmanoel, Eder e Tatiana.

## Sumário

Índice	i
Lista de Figuras	ii
Lista de Tabelas	iii
Resumo	iv
Abstract	v
1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	5
3. Revisão Metodológica	24
4. Material e Métodos	45
5. Resultados	50
6. Conclusões	76
7. Referências	78

## Índice

1. Introdução	1
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1. Contextualização da Malária	5
2.2. Análise de Correspondência	13
2.3. Análise Espacial	19
3. Revisão Metodológica	24
3.1. Análise de Correspondência	24
3.2. Análise de Correspondência Simples	25
3.3. Análise de Correspondência Múltipla	27
3.3.1. Caso particular para duas questões	31
3.3.2. Primeira Equivalência (entre 1 e 2)	31
3.3.3. Segunda Equivalência (entre 1 e 3)	33
3.3.4. Terceira Equivalência (entre 3 e 4)	36
3.3.5. Generalização da análise para mais de duas questões	38
3.3.6. Propriedades da Análise de Correspondência Múltipla	41
3.3.7. Componentes Centradas ( $\psi_q$ )	42
3.3.8. Proporção da Variação - Para uma questão e uma categoria	43
4. Material e Métodos	45
4.1. Área de Estudo	45
4.2. Metodologia	46
4.3. Tratamento da Análise de Correspondência Múltiplas dos Dados	47
5. Resultados	50
6. Conclusões	76
7. Referências	78



## Lista de Figura

Figura 1. Mapa de Rondônia em destaque município de Porto Velho.	3
Figura 2. Mapa das áreas de risco para malária segundo índice parasitário anual (IPA), Brasil, 2001.	10
Figura 3. Modelo de matrizes : Z e R Lebert (1984).	30
Figura 4. Projeção dos operadores, $V_q$ e $V_{q'}$ , Lebart (1984).	40
Figura 5. Geologia da área urbana do município de Porto Velho.	48
Figura 6. Distribuição espacial de áreas inundáveis e de umidade elevada da área urbana do município de Porto Velho.	49
Figura 7. Distribuição espacial da população da área urbana do município de Porto Velho.	52
Figura 8. Distribuição espacial do número de casos da área urbana do município de Porto Velho.	55
Figura 9. Distribuição espacial do Índice Parasitário Anual (IPA) da área urbana do Município de Porto Velho.	58
Figura 10. Distribuição espacial da vegetação da área urbana do município de Porto Velho.	60
Figura 11. Dendograma da classificação dos grupos endêmicos da área urbana do Município de Porto Velho.	65
Figura 12. Classificação dos grupos endêmicos da área urbana do município de Porto Velho.	70
Figura 13. Distribuição espacial dos grupos endêmicos da área urbana do município de Porto Velho.	

Figura 14 – Camadas de informações: Riscos endêmicos, Vegetação, Áreas inundáveis e de umidade elevada e Geologia.

75

## Lista de Tabela

Tabela 1. Distribuição da população e números de casos de malária no Brasil e Amazônia Legal segundo o Índice Parasitário Anual (IPA)-2004.	9
Tabela 2. Malária –Transmissão na Região Amazônica.	12
Tabela 3. Resultados dos autovalores segundo a dimensão	35
Tabela 4. Categorização das variáveis ambientais por bairro.	61
Tabela 5. Matriz indicadora das variáveis ambientais.	63
Tabela 6. Composição dos grupos obtidos pela ACH.	66
Tabela 7. Explicação acumulada dos altovalores segundo os eixos.	67
Tabela 8. Resumo estatístico das variáveis ambientais por classe.	68

## RESUMO

O município de Porto Velho teve sua ocupação marcada por um sério desordenamento urbano, que resultou, entre outros, em aglomerados populacionais de baixa renda, originados de migrações externas e internas que se assentaram em locais impróprios para a urbanização. Isso deu origem a conflitos sócio-ambientais e de saúde pública, ou seja, contribuiu para uma crescente insuficiência dos serviços de saneamento e para o incremento da pobreza. A deterioração das condições de vida no município criou ambientes favoráveis à proliferação de vetores transmissores de doenças parasitárias, contribuindo para a intensificação da transmissão no meio urbano e para o agravamento do problema de saúde pública, em especial pela malária. A maioria da população portovelhense habita áreas com elevado risco de transmissão, pois vive em locais com ambientes propícios à formação de criadouros dos mosquitos que transmitem a malária, tais como: nascentes, drenagens, áreas alagadas e florestas remanescentes. Há também, em algumas áreas, evidência de vegetação equatorial úmida, de maneira a tornar a cidade vulnerável à proliferação de mosquitos anofelinos, vetores de malária, especialmente em áreas com frequência de migrantes. O município, hoje, detém pouco mais de 25% dos casos de malária do Estado de Rondônia, isso porque o crescimento populacional acelerado cria uma série de problemas urbanos de infra-estrutura em todos os aspectos. O modelo de políticas públicas atuais não é eficiente na erradicação da doença na área urbana. Em razão dos problemas expostos, esse estudo teve por objetivo mapear as possíveis áreas de maior prevalência do vetor transmissor da doença, associando-as aos problemas sócio-ambientais para que essas informações possam orientar o poder público e a sociedade, com o fim de interferir no controle da endemia eficientemente. Para tanto foram utilizadas técnicas estatísticas multivariadas da análise de correspondência múltipla aplicadas ao ambiente físico, com adaptação à área social.

Palavras-chaves: saúde pública, vetor transmissor, malária, análise de correspondência múltipla.

## ABSTRACT

Porto Velho municipal district had its occupation characterized by a serious disordering process, which has resulted in agglomerations of low income people, originated from external and internal migration which had been settled in improper areas, therefore this occupation originated social-environmental and public health conflicts, contributing to an increasing sewage inadequacy and poverty. The degradation process of life standards in the municipal district led to favorable conditions for the proliferation of vector transmitter parasitic diseases, contributing to the disease spreading in urban areas and the aggravation of public health problems, particularly malaria. The majority of Porto Velho's population inhabits areas where there are several transmission risks, due the high incidence of malaria transmitter mosquitoes that live in water nascent, drainage, flooded and forest remained areas. There is also, in some areas, equatorial humid vegetation, turning the place vulnerable to the proliferation of malaria mosquito transmitters, particularly in areas with high frequency of migrants. The municipal district has nowadays more than 25% of malaria cases in Rondonia, mainly because of disordered population increasing, which creates urban problems in all aspects. The public politics used nowadays aren't efficient on eradicating the disease in urban areas. Due to the exposed problems, this study aims to map the potential malaria prevalence areas, associating to the socio-environment problems in order to orientate government and society to control, properly, the endemic malaria. In order to accomplish this task, there was used specific statistical techniques of multiple correspondence analysis, applied to physical environment and adapted to the social area.

Key-Words: Public Health, Transition Vector, Malaria, Multiple Correspondence Analyses.

## 1.INTRODUÇÃO

A malária continua sendo um dos sérios problemas de saúde pública no mundo e, particularmente na Região Amazônica brasileira, tem trazido, ao longo dos anos, conseqüências danosas à população. Embora tenham ocorrido muitos avanços na luta pelo seu combate, ela ainda apresenta um registro significativo no número de casos, principalmente, no Brasil. Na Amazônia brasileira, em função da ocupação intensa e desordenada, a malária constitui-se como o principal problema que afeta a região, dadas as suas condições ambientais que favorecem a proliferação da endemia.

Na década de 60, após a realização de campanha de erradicação da malária, o número de infectados atingiu um valor pouco maior que 52.000 casos, confirmando-se a transmissão, praticamente, à Região Amazônica. Nessa época, a permanência da transmissão foi atribuída à baixa densidade e à dispersão populacional na Amazônia. Estes dois fatores, conjuntamente, dificultavam a execução de qualquer ação de controle da endemia devido ao tipo de habitação predominante, que também facilitava os contatos homem-mosquito e, conseqüentemente, o aumento da transmissão da doença.

Na Amazônia legal, a transmissão da doença e seu agravamento estão relacionados aos grandes projetos agropecuários, à construção de rodovias e hidrelétricas e às atividades de garimpo e mineração locais. Esses fatores resultaram em um movimento migratório desordenado, dificultando o controle da endemia e permitindo um enorme fluxo de indivíduos não imunes para as áreas de transmissão.

O Estado de Rondônia, pertencente à Amazônia legal, também foi um pólo atrativo de migrantes, tendo em vista os grandes projetos de colonização, que contribuíram para um alastramento de epidemia nessa população, isso porque não havia nenhuma defesa contra a doença. Hoje, o estado concentra aproximadamente 10% dos casos de malária da região, o que significa que sua forma de propagação não segue um modelo homogêneo, dadas às características ambientais.

O município de Porto Velho (Figura 1), capital do Estado de Rondônia, está situado à margem direita do Rio Madeira. O seu processo de crescimento, assim como o das outras cidades amazônicas, esteve condicionado ao auge dos ciclos das matérias-primas, que acarretou na oscilação do fluxo de desenvolvimento da cidade, que se deu com o alto valor comercial da borracha. Na sua decadência, ou seja, no período de desvalorização dessa matéria-prima no comércio internacional e de inoperância empresarial e governamental, o município sofreu um processo de estagnação, elevando o crescimento da pobreza, o que ocasionou a formação desordenada de aglomerados urbanos, acarretando a ocupação de áreas de risco e de proteção ambiental, localizadas às margens dos igarapés e do Rio Madeira. Essa ocupação, na sua grande maioria, se deu pelo processo de invasão, com a construção de moradias em áreas sem a mínima infra-estrutura e a conseqüente desordem socioambiental contribuiu para uma crescente insuficiência dos serviços de saneamento e para o incremento da pobreza.

A deterioração das condições de vida no município criou ambientes favoráveis à proliferação de vetores transmissores de doenças parasitárias, permitindo o aumento da transmissão no meio urbano, contribuindo para o agravamento do problema de saúde pública, especialmente pela malária.



**Figura 1.** Mapa de Rondônia – Em destaque o município de Porto Velho.

Fonte: IBGE -2004.

O intenso processo da ocupação do município de Porto Velho apresentou uma alteração significativa dos padrões epidemiológicos da malária, isso porque os fatores entomológicos e parasitológicos foram fortemente afetados pelas mudanças ecológicas e sociológicas nesses ambientes, o que também, contribuiu de forma complexa para a situação global da doença no município, com fortes indicadores de ambientes de focos transmissores da malária.

Hoje, o município concentra pouco mais de 25% dos casos do estado, e o crescimento populacional acelerado cria uma série de problemas urbanos de infra-



estrutura em todos os aspectos, destacando-se as grandes concentrações populacionais na periferia urbana, os problemas das invasões que se agravam cada vez mais, junto com os problemas de saúde, principalmente a epidemia da malária. O modelo de políticas públicas existente para a redução dos casos não é eficaz para a erradicação da doença na área urbana.

As áreas, onde a grande maioria da população habita, apresentam elevado risco de transmissão, pois situam-se em locais com ambiente propício à formação de criadouros dos mosquitos transmissores da malária. Em razão desse problema, o objeto principal deste trabalho foi mapear as possíveis áreas de foco do vetor transmissor da doença, classificando e divulgando as áreas de sua maior incidência, associando-as aos problemas sócioambientais, para que essas informações conjugadas possam orientar o poder público e a sociedade, com vista a interferir, de maneira mais eficiente, no controle da endemia. Com isso, pretende-se contribuir para a melhoria do conhecimento em saúde pública, por meio do uso da técnica estatística multivariada da análise de correspondência múltipla, aplicada com enfoque espacial ao meio físico, com adaptação à área social.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1.Contextualização da Malária

A malária é conhecida desde a antiguidade, mas foi somente em 1880, que o médico francês Alphonse Laveran conseguiu, por meio de suas pesquisas em laboratório, descobrir o parasita da malária, denominado de plasmódio, dentro das células do sangue de um paciente. Porém, não se sabia como o plasmódio passava de uma pessoa para outra. Em 1897, o inglês Ronald Ross descobriu que um tipo de mosquito chamado *Anopheles* era o agente transmissor. Ele percebeu que, ao sugar o sangue de um indivíduo infectado, o mosquito tornava-se hospedeiro do protozoário e transmitia o parasita ao picar outro indivíduo sadio. Isso explicava porque a doença era tão comum perto dos pântanos, locais onde existem muitos mosquitos (DEL PORTILLO, 2005).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a malária é a doença infecto-contagiosa que mais causa problemas sociais e econômicos no mundo, somente superada em número de mortes pela AIDS. Por ano, sobretudo na África, entre 300 e 500 milhões de pessoas são infectadas, das quais, cerca de um milhão morrem em consequência da doença. A malária, em condições naturais, é transmitida por fêmeas de mosquitos do gênero *Anopheles*. A transmissão é mais comum no interior das habitações, em áreas rurais e semi-rurais, mas pode ocorrer também em áreas urbanas, principalmente na periferia (FERREIRA, 2006 ).

Existem mais de 350 espécies de *Anopheles* em todo o mundo, a maioria permitindo a proliferação de plasmódios em seu organismo, mas apenas cerca de 30 a 50 são capazes de transmiti-los. No Brasil, os vetores transmissores da malária nas regiões costeiras e, particularmente na Mata Atlântica, eram o *Anopheles cruzi*,

o *Anopheles bellator* e o *Anopheles aquasofis*. Atualmente, estes mosquitos têm pouca importância epidemiológica. No interior do país, incluídas as capitais, a espécie transmissora sempre foi o *Anopheles darlingi*, atualmente ausente em áreas urbanizadas, sendo que a sua presença é restrita à Amazônia.

No século XIX, a malária encontrava-se presente em todo o território nacional, principalmente nas regiões litorâneas, exceto nos estados sulinos. Na Região Amazônica e em todo o Planalto Central, concentrava-se a incidência da epidemia da febre palustre ou maleita, principalmente na Amazônia, tendo em vista as condições sócio-ambientais que propiciavam a proliferação da endemia.

Em fins do século XIX, com o surto da borracha, surgiu uma grande explosão epidemiológica de malária na Amazônia. Nesse período, a expectativa de riqueza e de melhoria de vida com a extração do látex trouxe, para a região, legiões de migrantes nordestinos. Desse processo migratório nasceu a cultura do extrativismo seringalista, a miscigenação de indígenas e nordestinos, dando origem aos amazônidas do século XX. Foi nesse contexto que surgiu o primeiro grande surto epidêmico de malária da região (CESÁRIO e CESÁRIO, 2005).

Durante esse intenso processo migratório interno, ocorreram alguns conflitos internacionais, que resultaram no comprometimento do governo brasileiro em construir a Estrada de Ferro “Madeira Mamoré”, designada de Ferrovia do Diabo, devido à grande epidemia de malária reinante na época (FERREIRA, 1981). Essa foi a segunda epidemia de malária que o homem pôde presenciar e tamanha era a sua proporção, que segundo Osvaldo Cruz “Me surpreende encontrar uma pessoa que não está com malária” citado por Escobar (1994).

No final da década de 1930, o *Anopheles gambiae* foi descoberto em Natal – RN, após exaustivo inquérito. A invasão do Brasil por esse mosquito ocorreu por meio de navios de uma companhia francesa, que operava um serviço de correio entre a Europa e a América do Sul, desde 1928; esses navios eram velozes e cruzaram o Atlântico sul de Dakar, no Senegal, até Natal (SOPER, 1966).

Com a chegada do *Anopheles gambiae*, a malária passou para um caráter epidêmico e, já no fim de abril de 1930, essa doença transformou-se num problema sério: 10.000 dos 12.000 habitantes de Alecrim, um subúrbio operário de Natal, foram infectados. Em menos de dez anos ocorreram centenas de milhares de casos e calcula-se que mais de 4.000 habitantes do Nordeste morreram vítimas da doença (SILVEIRA e REZENDE, 2001).

Em junho do mesmo ano, um insólito surto epidêmico de malária foi registrado a 180 quilômetros a nordeste de Natal. Pesquisas subseqüentes detectaram a presença do *Anopheles gambiae* em várias partes do Rio Grande do Norte e, em 1937, o *gambiae* foi identificado no Ceará. A espécie havia se espalhado pelo Rio Grande do Norte e pelo vale do Rio Jaguaribe, no Ceará, uma região ecologicamente mais propícia à sua reprodução, alastrando-se nos anos de 1938 a 1939, causando aproximadamente 140 mil casos nesses estados, sendo estimado o número de vítimas fatais entre 14.000 a 20.000. Nessa época, apontou-se que a presença do *Anopheles gambiae* no Nordeste seria uma ameaça não apenas ao Brasil, mas ao continente americano, inclusive a porção sul dos Estados Unidos. (CAMPOS, 1999).

Em 1938, a Fundação Rockefeller, em parceria com o governo federal, organizou um serviço de combate à malária no Nordeste. A região vinha sendo

castigada, desde o início da década, por surtos epidêmicos da doença que, em dois momentos, assumiram especial gravidade: o primeiro ocorreu em 1930, na cidade de Natal, Rio Grande do Norte e se estendeu até 1931; o outro, em 1938, atingiu Natal e Fortaleza, no Estado do Ceará, sendo definitivamente debelado somente em 1940, quando se concluiu a erradicação do *Anopheles gambiae*, mosquito transmissor da doença (CUETO, 1994; CAMPOS, 1999).

Após a Segunda Guerra Mundial, a malária abandonou as capitais brasileiras e concentrou-se na Amazônia. A borracha era um produto de extrema importância para o mercado mundial e, nesse período, surgiram novas frentes de imigrantes nordestinos que constituíram o “Exército da Borracha”. Nessa época, houve mais vítimas de malária do que as baixas no *front* da guerra contra o Nazi-facismo (CAMARGO, 2003).

Já no ano de 1970, a malária esteve perto do seu controle, com aproximadamente 52.000 casos notificados. No entanto, nas últimas três décadas, o nível de endemidade elevou-se, tornando quase impossível o seu controle (BARROSO, 2001).

Os agentes etiológicos da malária presentes no Brasil são das espécies *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* e *Plasmodium falciparum*. Este último é a forma mais grave e atinge cerca de 20% das pessoas acometidas da doença (MACHADO et al., 2003). Não existe vacina para a doença, mas o tratamento à base de comprimidos é eficaz. Apesar do aumento do número de casos, tem-se conseguido diminuir a gravidade da doença e, portanto, a letalidade da moléstia, que é da ordem de 0,1% do número total de enfermos (FERREIRA, 2006).

No Brasil, no ano de 2004, o número de casos de malária registrado foi de 459.333, sendo que 459.013 casos (99,93%) foram registrados na Amazônia legal, região de maior incidência do vetor transmissor da malária (FUNASA, 2005). Nessa região, o Índice Parasitário Anual – IPA (número de casos de malária por mil habitantes), chegou a 20,2/1000 (Tabela 1). O 0,1% restante foi registrado fora da área de predominância do vetor, denominado de casos importados, e sua identificação foi feita nas demais regiões.

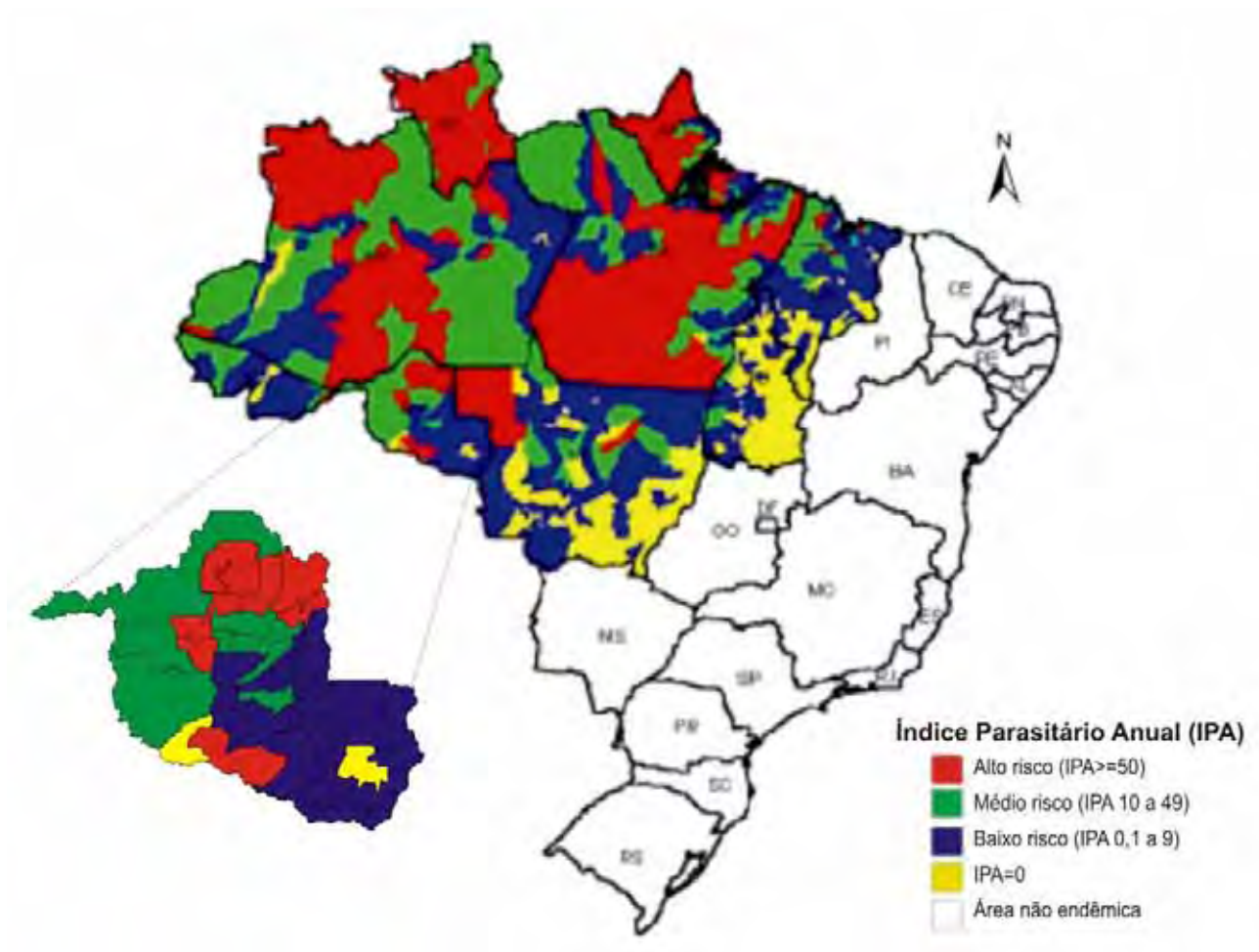
**Tabela 1** - Distribuição da população e números de casos de malária no Brasil e na Amazônia legal, segundo o Índice Parasitário Anual (IPA) – 2004.

Descrição	Números		IPA/1000
	Habitantes	Casos	
<b>Brasil</b>	<b>178.985.306</b>	<b>459.333</b>	<b>2,6</b>
<b>Amazônia legal</b>	<b>22.683.336</b>	<b>459.013</b>	<b>20,2</b>
Acre	604.994	31.608	52,2
Amapá	527.093	20.525	39,8
Amazonas	3.068.681	146.296	47,7
Maranhão	5.939.859	14.092	2,4
Mato Grosso	2.695.132	6.446	2,4
Pará	6.708.803	107.026	15,8
Rondônia	1.533.007	106.634	69,6
Roraima	369.700	25.811	69,8
Tocantins	1.236.067	848	0,7

Fonte: IBGE/FUNASA

A Amazônia legal é considerada uma região de alto risco endêmico, por causa das condições naturais desse ambiente. Segundo Marques (1986), a malária na Amazônia é dita de “fronteira”, oriunda da exploração desordenada da região e suas causas são compostas por: elevada densidade vetorial, exposição a vetores e transmissão extradomiciliar, reduzida imunidade da população migrante, restrito

conhecimento da doença, elevada mobilidade populacional e marginalização política. As principais causas determinantes para a situação da epidemiologia da malária na Amazônia, tanto nas áreas rurais como urbanas, não estão centradas nos vetores e nos plasmódios, mas em problemas sociais e econômicos com os quais se convive há décadas (Figura 2).



**Figura 2** – Mapa das áreas de risco para malária, segundo o Índice Parasitário Anual (IPA), Brasil, 2004.

Fonte: Fundação Nacional de Saúde – Funasa/Ministério da Saúde.

O Estado de Rondônia está localizado (Figura 2) na região de maior transmissão na Amazônia legal. Trata-se de uma região onde predominam a floresta tropical úmida, ricas bacias hidrográficas, alta pluviosidade, temperatura média anual elevada e relevo acidentado. Essa região engloba zonas nas quais o controle da malária apresenta sérios obstáculos, devido às alterações ambientais e/ou sociais. A partir da década de cinquenta, com os projetos de integração, a Amazônia experimentou um intenso surto migratório em função de diversos projetos de colonização. Essa população, em sua grande maioria, dedicava-se, nos primeiros anos, à limpeza dos lotes para suas primeiras plantações. Com isso, ficavam relegados para o segundo plano os esforços direcionados às melhorias de suas moradias, que tinham caráter provisório. As características das moradias existentes, associadas às atividades que propiciavam o contato do homem com a natureza, eram especialmente adequadas para permitir o contato homem-anofelino.

Segundo a Tabela (2), a incidência da malária na Amazônia legal foi reduzida em 10,57% em relação aos anos de 2000 a 2004. Em alguns estados como Acre, Amazonas, Rondônia e Roraima houve um aumento do número de casos em relação ao mesmo período. Os demais estados apresentaram uma redução da incidência do número de casos. Isto demonstra que qualquer estratégia no planejamento de controle dessa endemia ainda é insuficiente para garantir uma redução mais eficaz no combate dessa moléstia. Rondônia apresentou um crescimento de 97,2% no número de casos em relação a 2000/2004, demonstrando a ineficiência dos setores de saúde e dos programas de vigilância e controle da doença, como um fator de alta relevância da situação endêmica-epidêmica do estado. Em função desses fatores, a malária em Rondônia e, especialmente, em Porto Velho, é um desafio.



A capital do estado, Porto Velho, apresenta grande vulnerabilidade para instalação de criadouros por conta das condições favoráveis dos seus ecossistemas naturais.

**Tabela 2** – Malária - Transmissão na Região Amazônica, segundo o número de casos por estado: 2000/2004.

Estados	Número de casos/Ano					Varição (%)
	2000	2001	2002	2003	2004	00/04
<b>Amazônia legal</b>	513.241	388.303	348.259	407.995	459.013	-10,57
Acre	21.560	7.774	9.216	12.247	31.608	46,60
Amapá	35.278	24.487	16.257	16.650	20.252	-42,59
Amazonas	96.026	48.385	70.223	140.642	146.296	52,35
Maranhão	78.818	39.057	16.000	11.017	14.092	-82,12
Mato Grosso	11.767	6.832	7.085	5.022	6.446	-45,22
Pará	278.204	186.367	149.088	115.605	107.026	-61,53
Rondônia	54.074	57.679	71.224	93.786	106.634	97,20
Roraima	5.874	16.028	8.036	11.819	25.811	339,41
Tocantins	1.640	1.244	1.130	1.207	848	-48,29

Fonte: Ministério da Saúde - Secretaria de Vigilância em Saúde, 2005.

Em virtude dessas condições, Porto Velho, em 2005, foi responsável por 22,56% dos casos (15.350) de malária do Estado de Rondônia, cujo Índice Parasitário Anual (IPA) foi da ordem de 16,16/1000 habitantes. Isso mostra que o município ainda apresenta ambientes propícios à manutenção dessa endemia. No município de Porto Velho, a distribuição da ocorrência dos casos dá-se uniformemente em cinco grandes regiões: zona urbana (especialmente na sua periferia), ribeirinha, áreas de chácaras, de fazendas de corte e assentamentos agrícolas. Essa distribuição vem se mantendo independente dos vários fatores de risco que atuam de forma diversa nas diferentes populações, bem como das múltiplas formas de urbanização de cada área. Principalmente na área periférica,

houve um crescimento desordenado, constituído por aglomerados populacionais de baixa renda, oriundos de migrações externas e internas, que se assentaram em locais impróprios à urbanização, gerando conflitos sociais e necessitando da atuação governamental que, por sua vez, não possui os instrumentos para a solução do problema.

## **2.2. Análise de Correspondência**

A análise de correspondência simples (ACS) é uma técnica estatística multivariada que explora as propriedades geométricas de dados multidimensionais, revelando as dependências lineares básicas. Suas exposições gráficas são produzidas de forma que as linhas e colunas descritas na matriz sejam projetadas, simultaneamente, em um plano fatorial bidimensional ( RHODES et al., 1991).

A análise de correspondência múltipla (ACM) é uma técnica estatística multivariada para representar dados categóricos com mapas de baixa dimensão, freqüentemente usada para estudar o posicionamento de imagem, quando o pesquisador deseja explorar a relação entre tipos, atributos e tipos/atributos por meio de uma análise de tabulação cruzada dos atributos (WHITLARK e SMITH, 2001).

A aplicação da análise de correspondência múltipla (ACM), no intuito de avaliar o sistema de vigilância epidemiológica do Brasil, tendo como o principal objetivo a prática em vigilância epidemiológica das unidades da rede pública de assistência à saúde do país, busca compreender e analisar as ações executada pelas equipes de vigilância. A análise de correspondência múltipla demonstrou que há uma grande eficiência nos serviços de vacinação, mesmo sendo centrados nas secretarias estaduais de saúde dos estados, com o apoio das secretarias municipais.

Demonstrou que outros programas merecem um melhor desempenho. Também observou-se que, com a descentralização do sistema de saúde para os municípios, houve uma melhoria significativa do setor de vigilância, com a prevenção e monitoração de programas de vigilância epidemiológica e de imunizações (CARVALHO e MARZOCCHI, 1992).

Baseando-se no estudo da análise de correspondência múltipla (ACM) (LEVACHER et al., 1992), foi elaborado um estudo sobre o processo alérgico à penicilina em alguns pacientes. Neste estudo, verificou-se que os testes usados para agregação dos leucócitos demonstraram que, em algumas células, há imediata reação alérgica e, em outras, há um processo lento, que pode causar sérios transtornos aos indivíduos que sofrem desse tipo de distúrbio.

Tradicionalmente, os estudos epidemiológicos e os padrões de testes podem melhor distinguir entre a susceptibilidade subclínica e diagnóstico clínico em animais. Isso foi possível com o advento de técnicas moleculares e a diferenciação entre as tensões do organismo e exibição dos aspectos temporais e espaciais, utilizando-se técnica de marcadores epidemiológicos. A partir desses marcadores, Pfeiffer et al. (1994), por meio da análise de correspondência múltipla (ACM), observou que a exposição gráfica demonstrou a associação entre as categorias, segundo: sexo, idade do grupo e a estação do ano, havendo uma associação entre os casos de tuberculose investigados em relação ao ciclo de transmissão no espaço e no tempo.

No campo da saúde animal, a análise de correspondência simples (ACS) identificou que há uma previsibilidade no desenvolvimento das bactérias da tuberculose animal. Percebeu-se, graficamente, que esta endemia tem uma associação entre as diferentes espécies de animais, segundo as categorias: sexo,

idade e estação do ano. E, dependendo da época do ano, esse tipo de doença acomete significativamente a vida selvagem através dos animais domésticos ou rebanhos bovinos, o que tem causado sérios desequilíbrios ambientais nas florestas da Oceania (PFEIFFER et al., 1994).

Em um outro estudo epidemiológico, na área de Medicina Veterinária, foram identificados e quantificados os fatores de risco da saúde animal e o problema de produção. Uma das preocupações dos pesquisadores foi verificar o grau de risco em rebanhos, correlacionado-o com a produção e a intensidade dos efeitos deletérios à saúde humana. Nesse sentido, a análise de correspondência simples (ACS) foi aplicada para determinar o nível de pneumonia em diversas espécies de animais de consumo humano. No estudo, foi demonstrado uma complexa inter-relação entre as variáveis independentes dentro de cada grupo e tornou-se possível verificar a interação entre os animais, produção e a doença (DOHOO et al., 1996).

A análise de correspondência fatorial (ACF) foi objeto de estudo de Livshits et al. (1996). Esses autores estudaram o aspecto biológico humano em relação à idade óssea em 20 diferentes grupos étnicos de diferentes localidades geográficas. Nesses grupos, foram observados que os fatores climáticos contribuem para o envelhecimento dos ossos e mudanças significativas no esqueleto humano. Estas alterações começaram a ser diagnosticadas a partir da terceira década de vida, considerando as seguintes mudanças patológicas: doença degenerativa crônica, osteoporose, artrite, dentre outras. O estudo em questão revelou consideráveis diferenças das estruturas ósseas entre várias etnias, as quais puderam ser correlacionadas com as variações climáticas. Identificou, ainda, que alguns fatores climáticos afetam a fisiologia humana do mecanismo de envelhecimento dos ossos.

Baseado nos resultados, o autor recomendou a necessidade de novas pesquisas nessa área para melhor confirmação do método.

No estudo do *status* socioeconômico, a análise de correspondência múltipla (ACM) contribuiu para tratar de evidência relativa ao grupo de risco que contraiu AIDS. Esse método demonstrou eficácia na indicação de fatores que concorreram para a propagação da doença e as medidas de profilaxia que podem ser utilizadas pelos serviços de saúde que atendem pacientes portadores do vírus HIV (TRAMARIN, et al., 1997).

A análise de correspondência simples (ACS) foi aplicada para descrever a relação entre os diferentes critérios tipológicos dos acidentes com vítimas fatais em pedestres. Observou-se que essa análise forneceu a classificação em quatro grupos distintos: (I) idosos que estavam atravessando ruas; (II) crianças envolvidas em desastres diurnos; (III) pessoas intoxicadas por bebidas alcoólicas em acidentes noturnos/secundários e (IV) acidentes em diversos meios de transporte. Nessa avaliação, Fontaine e Gourlet (1997), subsidiaram o planejamento urbano em programas de educação para o trânsito em grupos de pedestres.

Para descrever o comportamento nutricional da suplementação alimentar de vitaminas e minerais antioxidantes (SU.VI.MAX), Guinot et al. (2001) utilizaram a técnica da análise de correspondência múltipla (ACM) para avaliar tipos de suplementação alimentar em grupos de indivíduos que utilizam produtos diet, observando a sua consequência em relação ao nível de doença adquirida em função da ingestão desse tipo de alimento e quais grupos estariam propensos a desenvolver determinada patologia. Nesse estudo, foi possível demonstrar que, na definição dos padrões epidemiológicos de doenças adquiridas com o

comportamento de consumo de produtos dietéticos, isto pode contribuir para o aumento do risco de determinadas doenças.

A aplicação da análise de correspondência múltipla (ACM) nos estudos epidemiológicos das infecções patogênicas virais em gatos permitiu avaliar e isolar os diferentes tipos de vírus e seu desenvolvimento em animais (DE MONTE et al., 2002). Após a definição dos agentes causadores de infecções patogênicas, pode-se investiga-los (vírus, bactéria, parasitas), comparar os diferentes compostos (antiinfecção, vacinação) e avaliar a profilaxia a ser aplicada. Em suma, a análise de correspondência múltipla (ACM) demonstrou ter utilidade no processo clínico das infecções virais, com importância prática na evolução do futuro método terapêutico das doenças provenientes por patógenos.

Utilizando a análise de correspondência múltipla (ACM), elaborou-se um estudo epidemiológico etiológico dos cânceres pediátricos. O objetivo desse estudo era analisar os registros hospitalares de câncer pediátrico, em relação à ocorrência de novos casos de neoplasias malignas primárias com as seguintes variáveis: idade, sexo, raça, extensão clínica da doença e *status vital*. A análise de correspondência múltipla demonstrou a relação entre a doença e as variáveis: grupo etário, sexo, status vital e extensão clínica da doença. Também revelou uma necessidade de se realizar novos estudos analíticos, multicêntricos, visando à confirmação da ocorrência dessas associações, para poder melhor estabelecer fatores de risco para o câncer pediátrico (DA SILVA et al., 2002).

Greenacre (2002) elaborou um tratamento de dados relativos à saúde, no qual o paciente é conduzido a uma especialidade, segundo a sua sintomatologia específica. Nessa técnica, a análise de correspondência múltipla (ACM) direciona o

prognóstico de assistência à saúde, auxilia a avaliação médica dos pacientes por grupo de idade, fortalecendo, assim, a descentralização das ações de saúde e o redimensionamento de toda a rede de assistência.

Em ambiente rural, estudou-se, por meio da técnica da análise de correspondência múltipla, a prevalência da ocorrência epidemiológica de sarna sarcóptica em animais de corte. Identificaram-se vários fatores de risco que contribuem para a ocorrência desse fato epidemiológico, demonstrando que as instalações, nutrientes de má qualidade, alta lotação do criadouro e alta umidade relativa do ar são relevantes para a apresentação dos sintomas compatíveis da doença. Portanto, pôde-se concluir que o sistema de confinamento para animais de corte requer um excelente manejo, para que as medidas preventivas contribuam para a correção dos fatores de risco (DE PAIVA et al., 2003).

Gatrell et al. (2004) estabeleceram, por intermédio da análise de correspondência múltipla (ACM), a relação existente entre a classe social e suas correlações de desigualdades, em duas áreas urbanas no noroeste da Inglaterra. Conseqüentemente, interpretaram a inter-relação entre as variáveis com o espaço geográfico de ocorrência das doenças e procuraram detectar caminhos para examinar a complexidade da localização, fatores sociais e ambientais que podem contribuir com o avanço de determinada epidemia.

Ao investigar dados de saúde pública, Panagiotakos e Pitsavos (2004) usaram a combinação da análise de correspondência múltipla (ACM) e modelo log-linear. O principal objetivo foi analisar o número de reduções das interações dos termos e conduzir ao modelo log-linear. Portanto, essas combinações podem ser sintetizadas pelo processo computacional, resultando em um melhor entendimento do modelo.

Através da aplicação da análise de correspondência múltipla (ACM), pode-se visualizar a associação entre os parâmetros investigados e as doenças, embora tenha havido uma redução na interação desses parâmetros. Trata-se de um recurso muito utilizado em pesquisa exploratória de dados epidemiológicos, além de aproximar a interpretação gráfica dos dados ao modelo log-multiplicativo.

### **2.3. Análise Espacial**

O termo Geoprocessamento tem sido confundido com o termo Geomática. Infelizmente, Geoprocessamento tem sido visto também como sinônimo de Sistema de Informação Geográfica – SIG, o que não é totalmente correto. Geoprocessamento resulta da fusão da Geomática com a Ciência da Computação, mais especificamente com a área de Sistemas de Informação. Nessa visão, os Sistemas de Informação Geográfica - SIG/GIS são tecnologias de Geoprocessamento que lidam com a informação geográfica na forma de dados geográficos. Por sua vez, dados geográficos podem ser classificados como dados espaciais e dados de atributos (BARCELOS, 1996).

A Geomática reúne métodos, técnicas, metodologias e tecnologias das Ciências Geodésicas com o formalismo matemático, a fim de coletar, tratar e processar dados espaciais, tornando-os aptos a serem utilizados por tecnologias SIG. Esses dados permitem que se conheça a estrutura geométrica de entes espaciais, bem como sua posição no espaço geográfico (MEC, 2000).

O SIG/GIS foi desenvolvido como uma ferramenta para agrupamento em pesquisa e caracteriza os sistemas de informação que tornam possível a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados



georeferenciados (WORBOYS, 1995). A sua função é prover informação ao usuário, de modo a executar ou adotar decisões na pesquisa, no planejamento e no gerenciamento das informações georeferenciadas (PAREDES, 1994).

Atualmente, a análise espacial serve como instrumento de localização e controle das epidemias no planejamento dos serviços de saúde, significando que uma simples análise das variações espaciais da saúde humana levanta questões importantes sobre sua causa (VERHASSELT, 1993).

A violência assume também característica de epidemia e sua prevenção tem sido, cada vez mais, tratada como prioridade na área de segurança. Nos dias atuais, a violência urbana é um problema sério e a sociedade tem buscado utilizar mais os meios de comunicação, para combater essa epidemia. A partir dessa caracterização epidemiológica e dos agravos de saúde que a violência urbana tem causado à sociedade, Szwarcwald e Castilho (1998), mapearam através da técnica de análise espacial, as áreas de maior incidência de crimes por armas de fogo e o aumento da mortalidade em diversos grupos de idade.

As primeiras análises espaciais aplicadas aos problemas epidemiológicos foram realizadas pelo médico John Snow em 1854, que relacionou os casos de cólera em Londres com a distribuição espacial dos poços de água, mostrando o papel da contaminação da água na ocorrência da doença (MOORE et al., 1999; VANDENBROUCKE, 1991; RAMSAY, 2005). Nesse caso, essa aplicação serviu como instrumento para se conhecer o comportamento da epidemia de cólera.

Valência et al. (1999) utilizou a técnica geoestatística como método de análise espacial, para mapear as áreas de risco associadas às informações sócioeconômica

e ambiental, com o objetivo de estimar a infestação da ocorrência de *ascaris lumbricoides*. Esse método revelou-se um importante instrumento de indicação das áreas de riscos, elemento fundamental para o controle eficiente desses organismos patogênicos.

Kitron (2000) utilizou sistemas de informações geográficas como ferramentas para a confecção de mapas de risco como modelos de transmissão de doenças, baseados em dados espaciais e temporais. Essa análise forneceu informações espaciais capazes de descrever, explicar e predizer o risco epidemiológico.

Souza-Santos e Carvalho (2000) utilizou-se do método Kernel Gaussiano com intuito de conhecer o comportamento espacial dos criadouros do *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, no Rio de Janeiro. Essa ferramenta revelou-se importante no controle das ações a serem intensificadas nas áreas de maior e menor risco de transmissão da dengue, tendo como vantagem, a grande facilidade e rapidez de visualização dos locais endêmicos, os quais podem oferecer diferentes graus de riscos.

A modelagem de dados espaciais e espaço-temporais é um assunto atual, em grande parte motivado por um retorno às concepções mais abrangentes da saúde, onde o indivíduo é, necessariamente, visto em seu contexto sócio-cultural-ambiental. Além disso, obviamente, também pela disponibilidade crescente de informações e barateamento no custo das tecnologias envolvidas (CARVALHO e NOBRE, 2001).

Simão (2001) efetuou um estudo estatístico espacial, utilizando a técnica geoestatística da Krigagem Indicativa; o autor mostrou os níveis probabilísticos do

grau de incidência da malária em Porto Velho – RO, através de mapas e, também, os locais prováveis de ocorrências de casos na área urbana da cidade.

Por meio da análise espacial, realizada no município de Araçatuba – SP, buscou-se detectar um padrão de distribuição da epidemia de Leishmaniose Visceral Americana, para subsidiar o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial da doença e os seus riscos ambientais. Essa análise permitiu mostrar correlação entre os setores em que há ocorrência humana e aquela com alta taxa de prevalência canina e, ainda, desses com os setores onde existem densidades mais elevadas da doença, fornecendo mapas de regiões com maior risco de uma ocorrência epidêmica dessa moléstia (CAMARGO-NEVES et al., 2001).

A análise espacial realizada por Santos et al. (2001) demonstrou que a violência contribui para os problemas de saúde pública, afetando principalmente os homens jovens na faixa etária de 15 a 34 anos. A partir dessa concepção, elaborou-se uma análise espacial, no sentido de identificar áreas de maior incidência e as condicionantes sociais, históricas e ambientais nos espaços urbanos de Porto Alegre - RS. A utilização dessa técnica permitiu a detecção de vários fatores de risco que contribuem para o aumento de criminalidade, a proposição de um planejamento intersetorial voltado às particularidades locais e a busca de parceiros em toda sociedade, que pudessem contribuir na intervenção das desigualdades sociais, com promoção da saúde e programas de incentivos de redução da pobreza.

A mortalidade infantil é um dos sérios problemas de saúde pública ligados aos fatores socioeconômicos evidenciados. Esse problema mostra incapacidade dos setores de gerenciamento de saúde pública em buscar mecanismos de políticas

públicas para que possam diminuir os fatores de risco da mortalidade infantil (MI). Castro et al. (2003) ressalta que a utilização da mortalidade infantil como indicador social vem sendo revista, uma vez que especificidades locais, assim como medidas relacionadas aos serviços de saúde são fatores determinantes da tendência da mortalidade entre crianças menores de um ano. Partindo desse princípio, os autores mapearam, no município de Presidente Prudente – SP, as áreas de maior incidência de mortalidade infantil, via análise espacial dos fatores de exclusão social.

É muito freqüente no geoprocessamento a utilização dessa ferramenta como método de análise espacial. Ela é indicada nas áreas epidemiológicas, segurança pública, ecologia, geologia, marketing etc. O georeferenciamento dos eventos de saúde é importante na análise e avaliação de risco à saúde coletiva, particularmente, relacionadas às doenças, com o meio ambiente e com o perfil sócioeconômico da população (SKABA et al., 2004). Nos estudos em saúde, muitas vezes, o problema em foco está relacionado com fatores ambientais ou ainda apresenta uma trajetória espacial, como no caso de disseminação de epidemias (CÂMARA et al., 2001).

Essa técnica de análise de dados georeferenciados constitui-se em um importante instrumento para o entendimento do problema nos estudo epidemiológico. A maneira mais comum de apresentar a distribuição espacial da doença é por meio de mapas, que sejam possíveis de comparação e interpretação (GODOY et al., 2004).

### **3. REVISÃO METODOLÓGICA**

#### **3.1. Análise de Correspondência**

As análises de correspondência simples e múltipla tem uma longa história como um método de análise de dados categóricos. Desde de meados da década de 1930, a análise de correspondência vem sendo aprimorada. O termo “análise de correspondência” é originado da França, provavelmente devido a Benzecri e seus colegas. Entretanto, o termo análise de correspondência não era muito popular fora da França por duas razões principais: (a) Pelo problema de linguagem (b); O freqüente emprego sem nenhuma referência a outros métodos de tratamento estatístico de dados categóricos, que provem as suas utilidades e flexibilidades (VAN DER HEIJDEM et al., 1989).

Há uma grande diferença entre análise de correspondência e as técnicas de análise de dados categóricos. Por exemplo, em uma análise log-linear, os dados são coletados e o modelo a ser ajustado pressupõe uma distribuição de probabilidades na qual os dados são realizações. Portanto, o modelo é hipotetizado e a estimação é realizada, assumindo que o modelo é verdadeiro (PANAGIOTAKOS e PITSAVOS, 2004).

Assim, é possível fazer inferência sobre a população com a mostra de dados da pesquisa. Na análise de correspondência, entende-se que não há nenhuma suposição sobre a distribuição e não há modelo hipotetizado, mas, sim, decomposição dos dados obtidos, a fim de estudar sua estrutura. (PANAGIOTAKOS e PITSAVOS, 2004). Então, a conclusão tirada sobre os dados não deve ser generalizada em relação à população como sugere Greenacre (1984). No passado,

diversos investigadores tentaram construir uma ligação entre a análise de correspondência baseando-se em modelos e suas aproximações, procurando entender em quais condições a análise de correspondência é similar aos modelos estatísticos múltiplos (PANAGIOTAKOS e PITSAVOS 2004).

### **3.2. Análise de Correspondência Simples**

A análise de correspondência simples é uma técnica descritiva, exploratória, designada à tabelas de contingência de duas ou multientradas, contendo alguma medida de correspondência entre linhas e colunas. Esse método foi, primeiramente, desenvolvido na França por Jean Paul Benzécri em meados dos anos 60 e 70 (GREENACRE, 1984) e popularizado recentemente, nos países de língua inglesa.

Os resultados produzem informações, que são naturalmente similares a aquelas produzidas pelas técnicas da análise de fatores e estas permitem a exploração de uma estrutura das variáveis categóricas incluídas na tabela. Nesse processo, a análise de correspondência cruza informações da tabela de frequência padronizada cujas somas de todas as frequências relativas é igual a 1 (um).

Em um dos estágios da análise a tabela das frequências relativas, é representada em termos de distâncias entre as linhas e colunas em um espaço de baixa dimensão.

As k-colunas assumem valores em cada linha da tabela como as coordenadas no espaço de dimensão m e devem computar a distância euclidiana entre os pontos das k-linhas no espaço dimensional m.

As distâncias entre os pontos no espaço m-dimensional sintetizam todas as informações sobre as similaridades entre as linhas. Portanto, pode-se encontrar um espaço de baixa dimensão, no qual os pontos das linhas trazem todas as informações sobre as suas diferenças. Pode-se, então, apresentar as informações sobre as similaridades em um gráfico simples ou multidimensional.

Particularmente, para as tabelas pequenas, essa simplificação pode não ser tão necessária, porém pode-se facilmente imaginar como a apresentação e a interpretação de tabelas muito grandes são simplificadas através da análise de correspondência.

Em uma tabela de dupla entrada, para a análise de correspondência simples computa-se, primeiramente, as freqüências relativas para a tabela de freqüências, de modo que a soma de todas as entradas da tabela seja igual a um. Essa tabela mostra como uma unidade da massa é distribuída através das células.

Na terminologia da análise de correspondência, o total de linhas e colunas da matriz de freqüência relativa é chamada de linhas e colunas de massa respectivamente. A inércia do termo em análise de correspondência é usada por analogia da definição de matemática aplicada “momento de inércia”, que caminha para o integral da distância da massa quadrada ao centróide, ao quadrado. A inércia é definida como a estatística qui-quadrado de Pearson, dividida pelo “n” total da tabela, para tabelas de duas entradas.

Alguns desvios dos valores esperados deverão contribuir com a estatística qui-quadrado. Desse modo, pode-se afirmar que a análise de correspondência é um

método de decomposição da estatística qui-quadrado (inércia = qui-quadrado/n) identificando os desvios dos valores esperados numa dimensão mais baixa.

Esse método é similar ao objetivo da análise de fatores, nos quais a variância total é decomposta, para chegar em uma representação das variáveis em baixa dimensão, e construir a matriz de variância/covariância da variável.

Se a soma das freqüências das colunas, forem iguais ao total da soma das linhas, onde também a soma das linhas é igual ao total das colunas, então há uma independência entre linhas e colunas. Assim, o número máximo de autovalores que pode ser extraído em uma tabela de dupla entrada é igual ao número mínimo de colunas e linhas menos um (-1).

Portanto a escolha para interpretar o número máximo da dimensão é extraída e reproduz toda a informação contida na tabela, sendo habitualmente sumarizadas as coordenadas das linhas e colunas em um plano.

Entretanto, é importante recordar que tais planos somente podem ser interpretados entre a distância dos pontos da linha e as distâncias entre os pontos da coluna.

### **3.3. Análise de Correspondência Múltipla**

A análise de correspondência múltipla (ACM) é uma extensão da análise de correspondência simples, apresentada acima, para mais de duas variáveis. Em outras palavras, a análise de correspondência múltipla (ACM) é a análise de correspondente simples (ACS), praticada em um indicador (ou design) matricial com casos em filas e variáveis categóricas em colunas. De fato, usualmente, analisam-se



os produtos internos matriciais, chamados de tabela de Burt, dentro de um ACM. A tabela de *Burt* é o resultado do produto interno de um design ou indicador matricial e os resultados da análise de correspondência múltipla (ACM) são idênticos aos resultados que poderiam ser obtidos para a coluna de pontos de uma análise correspondente simples do indicador ou design matricial.

Segundo Greenacre (1993), a análise de correspondência (AC) é uma técnica exploratória, sendo que, o método foi baseado em orientação filosófica, que enfatiza o desenvolvimento de dados que se ajustam ao modelo, ao invés da rejeição de hipóteses baseadas na falta de ajuste; onde “o segundo princípio” de Benzecri diz que “o modelo deve se ajustar aos dados e não vice-versa”.

Portanto, não existem testes de significância estatísticos que são habitualmente aplicados aos resultados de uma análise de correspondência (AC); o propósito primário da técnica é de produzir uma representação simplificada (baixo-dimensional) da informação em uma tabela de larga freqüência (ou tabelas com medidas similares de correspondência).

Na análise de correspondência múltipla (ACM), os dados examinados são incluídos como número de respostas, de modo que as categorias sejam totalmente disjuntivas; isto também inclui diversas respostas categóricas que são mutuamente excludentes, mas somente uma das categorias é escolhida. Neste processo há  $k$  respostas categóricas e uma das questões é particionar a amostra em  $k$  grupos.

Nesta partição, o número de questões chama-se  $Q$ . Para cada questão  $q$  de  $Q$  admite-se uma das respostas  $p_q$ .

Portanto, o número total de respostas categóricas,  $p$ , contido no questionário é definido por:

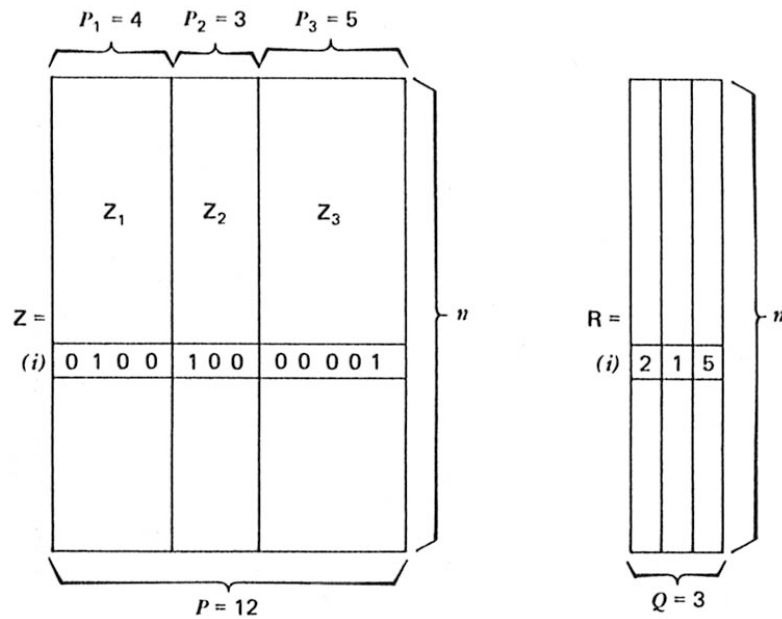
$$p = \sum_{q=1}^Q p_q \quad (3.1)$$

Designa-se por  $n$  o número de indivíduos que respondeu o questionário  $Q$ . Seja  $H$  um conjunto de elementos, que consiste em todas as séries das categorias  $Q$  formadas por perguntas diferentes. Logo, a compreensão de  $H$  corresponde à soma total de possíveis respostas sobre o assunto.

Seja  $Z$  uma matriz " $n \times p$ " ( $n$  é o número de linhas e  $p$  é o número de colunas) que descreve as  $n$  respostas individuais com dados binários. Logo, a matriz  $Z$  é a justaposição das submatrizes  $Q$  (figura 3):

$$Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_q, \dots, Z_Q] \quad (3.2)$$

$Z_q$  é uma submatriz " $n \times p_q$ ", de maneira que a  $i$ -ésima linha contém  $p_q - 1$  valores zero e uma vez valor 1 (um) e as colunas se referem às categorias da questão  $q$ . Isso significa que  $Z_q$  é descrita como uma partição das  $Q$  respostas, que foi criada por resposta da questão  $q$ . Então surge uma matriz  $R$ , com  $n$  linhas e  $Q$  colunas, tal que  $R$  é uma matriz do código condensado de  $Z$ , de forma que a célula  $(i, q)$  contém o código de  $r_{iq}$  da categoria da questão  $q$ , que foi a resposta do indivíduo " $i$ " escolhido pelo assunto " $i$ " (LEBART et al., 1984), de forma que  $r_{iq} \in P_q$ .



**Figura 3.** Modelos de Matrizes : Z e R, Lebart (1984).

Considere-se a matriz  $Z$ , tal que  $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_Q]$ . A matriz quadrada  $B$ , também chamada de tabela continência de Burt associada a  $Z$ , que é uma matriz resposta, é definida por:

$$B = Z^T Z \quad (3.3)$$

Logo, a matriz  $B$ , composta por  $Q^2$  blocos, fornece uma matriz diagonal  $(p_q, p_q)$  da matriz  $Z^T Z$ . O bloco da matriz  $(Z^T q, Z_{q^T})$  é uma tabela de contingência das tabulações cruzadas das respostas das duas questões  $q$  e  $q^T$ .

Seja a matriz diagonal  $D$ , do tipo  $p \times p$  tal que sua diagonal coincida com a diagonal de  $B$ , onde cada elemento da diagonal representa a freqüência de cada categoria, ou seja, o número de indivíduos por categoria.

### 3.3.1. Caso Particular Para duas Questões:

Sejam  $p_1$  e  $p_2$  o número de respostas das perguntas 1 e 2, respectivamente, então,  $p = p_1 + p_2$  é o número total de possíveis respostas das perguntas. Seja  $n$  o número de indivíduos que responderam os questionários, então, chama-se  $Z_1$  uma matriz  $n \times p_1$ , que é a resposta dos indivíduos da questão 1 e  $Z_2$  uma matriz  $n \times p_2$ , que é a resposta dos indivíduos da questão 2.

Assim, a matriz  $Z$  é definida por  $Z = [Z_1 / Z_2]$ , de dimensão  $n \times p$ .

Na análise de correspondência, tem-se as seguintes expressões:

1)  $Z$  é uma matriz  $n \times p$

2)  $B$  é uma matriz  $p \times p$

3)  $Z_1^T Z_2$  é uma matriz  $p_1 \times p_2$

4) Há uma relação entre a análise de correlação canônica e o bloco das colunas  $1$  e  $2$ .

### 3.3.2. Primeira Equivalência (Entre 1 E 2)

Deve-se mostrar que a análise entre 1 e 2 provém do mesmo fator de norma 1.

Portanto, o  $\alpha$ -ésimo fator provém da análise 1 de modo que :

$$\frac{1}{Q} D^{-1} Z^T Z \Phi_\alpha = \mu_\alpha \Phi_\alpha \quad (3.4)$$

Nota-se que, para a análise de correspondência, a matriz do lado esquerdo desta equação deve ser escrita da seguinte forma:

$$D_p^{-1} F^T D_n^{-1} F \quad (3.5)$$

onde:

$$F = \frac{1}{nQ} Z \quad (3.6)$$

$$D_p = \frac{1}{nQ} D \quad (3.7)$$

$$D_n = \frac{1}{n} I_n \quad (3.8)$$

onde  $I_n$  é a matriz identidade  $n \times n$ .

A equação (3.4) é equivalente à equação:

$$D_p^{-1} F^T D_n^{-1} F \Phi_\alpha = \mu_\alpha \Phi_\alpha \quad (3.9)$$

Seja a matriz simétrica  $B = Z^T Z$ . Note-se que as linhas e colunas marginais são os elementos da diagonal da matriz  $QD$ .

A partir de  $B$ , tem-se uma nova matriz  $F$ :

$$F = \frac{1}{nQ^2} B \quad (3.10)$$

e as correspondentes novas matrizes  $D_n$  e  $D_p$  tais que:

$$D_p = D_n = \frac{1}{nQ} D \quad (3.11)$$

Portanto, a matriz que será diagonalizada nesse caso é escrita:

$$\frac{1}{Q^2} D^{-1} B^T D^{-1} B \quad (3.12)$$

Na equação (3.4), multiplicando-se os dois membros da equação a esquerda por  $\frac{1}{Q} D^{-1} B$ , obtém-se:

$$\frac{1}{Q^2} D^{-1} Z^T Z \Phi_\alpha = \mu_\alpha^2 \Phi_\alpha \quad (3.13)$$

logo, os fatores são idênticos para ambas análises.

### 3.3.3. Segunda Equivalência (Entre 1 E 3)

Deve-se mostrar que, para cada par de fatores  $(\varphi_\alpha, \psi_\alpha)$ , relativos ao mesmo autovalor  $\lambda_\alpha$ , extraído da análise da tabela de contingência  $Z_1^T Z_2$ , existe um correspondente fator  $\Phi_\alpha$  que provém da matriz  $Z$  ( ou  $B$  ), de modo que:

$$\Phi_\alpha = \begin{bmatrix} \varphi_\alpha \\ \psi_\alpha \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

Reconsidere-se as notações  $D_1 = Z_1^T Z_1$  e  $D_2 = Z_2^T Z_2$  e que:

$$D = \begin{bmatrix} D_1 & 0 \\ 0 & D_2 \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

Os elementos das diagonais  $D_1$  e  $D_2$  são as linhas e colunas marginais da matriz  $Z_1^T Z_2$ .

A análise dessa tabela conduz às equações de dupla transição:

$$\varphi_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} D_1^{-1} Z_1^T Z_2 \psi_\alpha \quad (3.16)$$

$$\psi_\alpha = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} D_2^{-1} Z_2^T Z_1 \varphi_\alpha \quad (3.17)$$

As equações (3.16) e (3.17) podem ser escritas como o sistema de equações:

$$\begin{cases} D_1^{-1}(D_1\varphi_\alpha + Z_1^T Z_2 \psi_\alpha) = (1 + \sqrt{\lambda_\alpha})\varphi_\alpha \\ D_2^{-1}(D_2\psi_\alpha + Z_1^T Z_2 \varphi_\alpha) = (1 + \sqrt{\lambda_\alpha})\psi_\alpha \end{cases} \quad (3.18)$$

ou da forma compacta:

$$\begin{bmatrix} D_1 & 0 \\ 0 & D_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} D_1 & Z_1^T Z_2 \\ Z_2^T Z_1 & D_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varphi_\alpha \\ \psi_\alpha \end{bmatrix} = (1 + \sqrt{\lambda_\alpha}) \begin{bmatrix} \varphi_\alpha \\ \psi_\alpha \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

A equação (3.19) pode ser escrita de maneira ainda mais condensada, multiplicando seus dois membros por  $\frac{1}{2}(Q=2)$ , na forma:

$$\frac{1}{Q} D^{-1} Z^T Z \Phi_\alpha = \left( \frac{1 + \sqrt{\lambda_\alpha}}{2} \right) \Phi_\alpha \quad (3.20)$$

Observando-se que a equação (3.21) é como a equação (3.4), tem-se:

$$\mu_\alpha = \frac{1 + \sqrt{\lambda_\alpha}}{2} \quad (3.21)$$

Se,  $\lambda_\alpha$  é o maior  $\alpha$ -ésimo autovalor extraído da análise de  $Z_1^T Z_2$ , isso implica, que a equação (3.21) fornece o  $\alpha$ -ésimo maior autovalor da análise de  $Z$ .

Se por exemplo  $p_1 \leq p_2$ , a análise de  $Z$  fornece os seguintes resultados:

- 1)  $p_1$  fatores do tipo  $\begin{bmatrix} \varphi_\alpha \\ \psi_\alpha \end{bmatrix}$ , que correspondem ao autovalor  $\frac{1 + \sqrt{\lambda_\alpha}}{2}$ .
- 2)  $p_2$  fatores do tipo  $\begin{bmatrix} \varphi_\alpha \\ -\psi_\alpha \end{bmatrix}$ , que correspondem ao autovalor  $\frac{1 - \sqrt{\lambda_\alpha}}{2}$ .
- 3)  $p_2 - p_1$  fatores do tipo  $\begin{bmatrix} 0 \\ \xi_\alpha \end{bmatrix}$ , que correspondem ao autovalor  $\frac{1}{2}$ .

**Tabela 3.** Resultados dos autovalores, segundo a dimensão:

<b>Tabela Analisada</b>	<b>Dimensão</b>	<b>Fator</b>	<b>Norma do fator</b>	<b>Autovalor</b>
<b>tabela de contigência</b> $Z_1^T Z_2$	$(p_1, p_2)$	$\varphi$ em $\mathfrak{R}^{p_1}$ $\psi$ em $\mathfrak{R}^{p_2}$	$\varphi^T D_1 \varphi = n$ $\psi^T D_2 \psi = n$	$\lambda$
<b>tabela disjuntiva</b> $Z = [Z_1 / Z_2]$	$(n, p)$ com $p = p_1 + p_2$	$\phi = \begin{bmatrix} \varphi \\ \psi \end{bmatrix}$	$\phi^T D \phi = nQ$	$\mu = \frac{1 + \sqrt{\lambda}}{2}$
<b>Tabela de Burt</b>	$(p, p)$	$\phi$	$\phi^T D \phi = nQ$	$\mu^2$

Fonte: Lebart et al., 1984.

Da análise de , tem-se que a soma dos autovalores não triviais extraídos dessa matriz é:

$$\frac{p_1 + p_2 - 1}{2} \quad (3.22)$$

Desde que os autovalores sejam menores ou iguais a um, nenhum fator pode ter uma percentagem da variância maior que:

$$\frac{2 \times 100}{p_1 + p_2 - 2} \quad (3.23)$$



### 3.3.4. Terceira Equivalência (Entre 3 E 4)

Seja  $Z = [Z_1 | Z_2]$  a matriz do tipo  $n \times (p+q)$ , onde  $Z_1$  é uma matriz do tipo  $n \times p$  e  $Z_2$  do tipo  $n \times q$ .

Nota-se que os subespaços lineares  $\nu_{Z_1}$  e  $\nu_{Z_2}$  de  $R^n$  têm o mesmo número de linhas geradas pelo vetor  $e_n$ , definido como o vetor com todas componentes iguais a 1 (um).

Define-se  $\hat{Z}_1$  e  $\hat{Z}_2$  por :

$$\hat{Z}_1 = \left( I - \frac{1}{n} e_n e_n^T \right) Z_1 \quad (3.24)$$

$$\hat{Z}_2 = \left( I - \frac{1}{n} e_n e_n^T \right) Z_2 \quad (3.25)$$

então,  $\hat{Z}_1$  e  $\hat{Z}_2$  são submatrizes centradas correspondentes em  $Z_1$  e  $Z_2$ .

Pretende-se encontrar dois vetores  $\hat{Z}_1 a$  e  $\hat{Z}_2 b$ , cuja correlação seja máxima, ou dois vetores  $Z_1 a$  e  $Z_2 b$  que estão sujeito às condições:

$$e_n^T Z_1 = e_n^T Z_2 = 0 \quad (3.26)$$

e que possuam correlação máxima.

É evidente que  $Z_1^T Z_1$  e  $Z_2^T Z_2$  são duas matrizes diagonais do tipos  $p \times p$  e  $q \times q$ , respectivamente, cujos elementos diagonais são os totais de respostas para

cada alternativa de  $Z$ , e que  $Z_1^T Z_2$  é uma tabela de contingência das tabulações cruzadas das duas partições.

Denota-se por:

$$F = \frac{1}{n} Z_1^T Z_2 \quad (3.27)$$

$$D_p = \frac{1}{n} Z_1^T Z_1 \quad (3.28)$$

$$D_q = \frac{1}{n} Z_2^T Z_2 \quad (3.29)$$

e a equação fundamental da análise discriminante:

$$X^T Z^T (Z^T Z)^{-1} Z^T X a = \lambda X^T X a \quad (3.30)$$

Nesse caso, tem-se a forma:

$$Z_1^T Z_2 (Z_2^T Z_2)^{-1} Z_2^T Z_1 a = \lambda Z_1^T Z_1 a \quad (3.31)$$

ou:

$$D_p^{-1} F D_q^{-1} F^T a = \lambda a \quad (3.32)$$

Esta equação demonstra que  $a$  é um fator da análise de correspondência da matriz  $F$  do tipo  $p \times q$ , relativo ao autovalor  $\lambda$ .

A equação:

$$e_n^T Z_1 a = 0 \quad (3.33)$$

que satisfaz:

$$\sum_{j=1}^p f_j a_j = 0 \quad (3.34)$$

### 3.3.5. Generalização da Análise Para Mais de Duas Questões

Quando se tem mais de duas questões, a análise de correspondência tem a seguinte formulação preliminar.

Seja a matriz  $Z = [Z_1, Z_2, \dots, Z_q, \dots, Z_Q]$  com  $p$  colunas, as quais correspondem aos  $p$  pontos do espaço  $R^n$ . Cada submatriz  $Z_q$  gera um subespaço  $V_q$  de dimensão  $p_q$ .

Todos esses subespaços lineares têm em comum o primeiro bissetor (o vetor com todas suas componentes iguais a 1). A dimensão da matriz  $Z$  é, no máximo, igual a:

$$p - (Q - 1) \quad (3.35)$$

Dado  $\varphi_\alpha$  um vetor de componentes  $p_q$ , que são as coordenadas de um ponto  $m_q$  de  $V_q$  na base definida pelas colunas de  $Z_q$ . As coordenadas de  $m_q$  em  $R^n$  são as componentes de  $m_q = Z_q \varphi_q$ .

O quadrado da distância euclidiana desse ponto  $m_q$  para a origem é:

$$\varphi_q^T Z_q^T Z_q \varphi_q = \varphi_q^T D_q \varphi_q \quad (3.36)$$

A análise de correspondência da tabela de contingência cruzada para duas questões,  $q$  e  $q'$  é reduzida ao estudo das posições relativas dos subespaços  $V_q$  e  $V_{q'}$ .

Segundo Lebart (1984), a transição das equações (3.16) e (3.17) são escritas omitindo o indexador  $\alpha$ , ou seja:

$$\varphi_q = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} D_q^{-1} Z_q^T Z_{q'} \varphi_{q'} \quad (3.37)$$

$$\varphi_{q'} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} D_{q'}^{-1} Z_{q'}^T Z_q \varphi_q \quad (3.38)$$

Dessas equações deduz-se que:

$$Z_q \varphi_q = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} Z_q D_q^{-1} Z_q^T Z_{q'} \varphi_{q'} \quad (3.39)$$

$$Z_{q'} \varphi_{q'} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} Z_{q'} D_{q'}^{-1} Z_{q'}^T Z_q \varphi_q \quad (3.40)$$

ou seja:

$$m_q = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} P_q m_{q'} \quad (3.41)$$

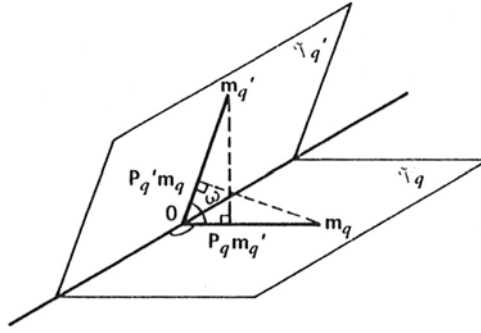
$$m_{q'} = \frac{1}{\sqrt{\lambda}} P_{q'} m_q \quad (3.42)$$

onde:

$$P_q = Z_q (Z_q^T Z_q)^{-1} Z_q^T \quad (3.43)$$

$$P_{q'} = Z_{q'} (Z_{q'}^T Z_{q'})^{-1} Z_{q'}^T \quad (3.44)$$

As matrizes  $P_q$  e  $P_{q'}$  representam as projeções do operador sobre  $V_q$  e  $V_{q'}$



**Figura 4.** Projeção dos operadores,  $V_q$  e  $V_{q'}$ , Lebart (1984).

Na figura 4, a projeção  $m_q$  sobre  $V_{q'}$  é colinear a  $m_{q'}$  (o mesmo ocorre sobre  $m_{q'}$  sobre  $V_q$ ).

Observa-se que os pontos encontrados  $m_q$  e  $m_{q'}$  são tais, que a soma dos quadrados das suas distâncias até a origem é constante:

$$\varphi_q^T D_q \varphi_q + \varphi_{q'}^T D_{q'} \varphi_{q'} = 2n \quad (3.45)$$

de modo que a distância do ponto  $m = m_q + m_{q'}$  até a origem é máxima.

O quadrado dessa distância é:

$$\|m\|^2 = 2n \left( 1 + \frac{1}{n} \varphi_q^T Z_q^T Z_{q'} \varphi_{q'} \right) \quad (3.46)$$

O valor que maximiza  $\|m\|^2$ , considerando a condição (2.35) ou as restrições:

$$\varphi_q^T D_q \varphi_q = \varphi_{q'}^T D_{q'} \varphi_{q'} = n \quad (3.47)$$

conduz ao mesmo resultado.

Para a generalização de mais de duas questões, designam-se os vetores,  $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_Q$ , das componentes dos  $Q$  pontos,  $m_1, m_2, \dots, m_Q$  na base  $Z_1, Z_2, \dots, Z_Q$ ; e seja  $m = m_1 + m_2 + \dots + m_Q$ .

Portanto, o valor a ser maximizado é:

$$\|m\|^2 = \sum \{\varphi_q^T Z_q^T Z_{q'} \varphi_{q'} | q \in Q; q' \in Q\} \quad (3.48)$$

com a restrição:

$$\sum \{\varphi_q^T D_q \varphi_q | q \in Q\} = Qn \quad (3.49)$$

### 3.3.6. Propriedades da Análise de Correspondência Múltipla

Os fatores  $\Phi$  extraídos da análise da matriz  $Z$  são tais que:

$$\frac{1}{Q} D^{-1} B \Phi = \mu \Phi \quad (3.50)$$

Lebart (1984) mostra que, reordenando os termos da equação (3.40), as componentes podem ser  $\varphi_\alpha$  de  $\Phi$  relativas à questão  $q$ , os blocos das matrizes  $D$  e  $B$ , obtém-se:

$$\frac{1}{Q} \sum \{D_q^{-1} Z_q^T Z_{q'} \varphi_{q'} | q \in Q\} = \mu \varphi_q \quad (3.51)$$

### 3.3.7. Componentes Centrada ( $\varphi_q$ )

Os  $Q$  subconjuntos de pontos correspondentes às categorias  $p_q$  de uma questão  $q$  têm o mesmo centro de gravidade, o qual é também o centro de gravidade de todo o conjunto de pontos. Seja  $J_q$  o subconjunto dos valores  $p$  de índice  $j$  correspondentes à questão  $q$  ( $J_q$  tem  $p_q$  elementos).

As coordenadas dos subconjuntos de pontos relativos à questão  $q$  são as colunas da matriz:

$$Z_q D_q^{-1} \quad (3.52)$$

e os elementos da diagonal de  $\left(\frac{1}{n}\right) D_q$  são os pesos relativos dos pontos  $p_q$  do subconjunto  $q$ .

A  $i$ -ésima coordenada do centro de gravidade  $G_q$  é:

$$g_{qi} = \sum_{j \in J_q} \frac{d_{jj}}{n} \frac{z_{ij}}{d_{jj}} = \frac{1}{n} \quad (3.53)$$

desde que:

$$\sum_{j \in J_q} z_{ij} = 1 \quad (3.54)$$

Se  $g_{qi}$  é independente de  $q$ ,  $g_{qi} = g_i$

As componentes  $\varphi_q$  correspondentes aos fatores não triviais são também centradas, desde que esses fatores correspondam a uma análise do conjunto de pontos obtidos por uma translação da origem em  $G$ .

### 3.3.8. Proporção da Variação - Para uma Questão e uma Categoria

Pela equação (3.49) (KACIAK e LOUVIERE, 1990), demonstra-se que a variância total e a soma dos autovalores não triviais são iguais a:

$$\frac{p}{Q} - 1 \quad (3.55)$$

Por Lebart (1984), se todas as questões têm duas respostas possíveis ( $p = 2Q$ ), então  $\frac{p}{Q} - 1 = 1$ .

O quadrado da distância do centro de gravidade de um ponto de uma categoria  $j$  é escrito em  $R^n$ :

$$d^2(G, j) = n \sum_{i=1}^n \left( \frac{z_{ij}}{d_{jj}} - \frac{1}{n} \right)^2 \quad (3.56)$$

Levando em consideração que:

$$\sum_{i=1}^n z_{ij} = d_{jj} \quad (3.57)$$

tem-se:

$$d^2(G, j) = n \left( \frac{1}{d_{jj}} - \frac{1}{n} \right) \quad (3.58)$$



Portanto, a contribuição para a variância total da  $j$ -ésima categoria é:

$$c(j) = \frac{d_{jj}}{nQ} d^2(G, j) = \frac{1}{Q} \left( 1 - \frac{d_{jj}}{n} \right) \quad (3.59)$$

e a contribuição da questão para a variância total é (LEBART, 1984; KACIAK e LOUVIERE, 1990) :

$$C(q) = \sum \{c(j) | j \in J_q\} = \frac{1}{Q} (p_q - 1) \quad (3.60)$$

Assim, a proporção da variação devido a uma questão é uma função crescente do número de categorias de resposta. E a proporção mínima  $1/Q$  é obtida, quando uma questão tem somente duas categorias, então:

$$\sum_{q=1}^Q C(q) = \frac{P}{Q} - 1 \quad (3.61)$$

A proporção da variação devido uma categoria cresce com o número de respostas em que a categoria decresce. O mínimo de  $1/Q$  deverá ser alcançado, quando uma categoria tem o zero como resposta.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Área de Estudo**

Porto Velho, a capital do Estado de Rondônia, está localizada à margem direita do Rio Madeira a 8<sup>o</sup>45'43" de latitude sul e 63<sup>o</sup>54'14" de latitude oeste. Possui relevo um pouco acidentado, perturbado apenas por cinco sub-bacias de drenagem que recortam o município: Bate-Estacas, Penal, Lavadeiras, Tanques e Tancredo Neves. Segundo o IBGE (2005), sua população é estimada em 373.917 habitantes.

A altitude do município varia entre 98 e 128 metros em relação ao nível do mar e a constituição geológica do terreno apresenta-se como uma superfície plana, formada por uma seqüência de sedimentos tércio-quarternários, de origem fluvial, colúvio-aluvial e flúvio-lacustre, caracterizada por um relevo arrasado, com trechos de dissecação suave, onde estão presentes morretes residuais de topos aplainados, controlados pela presença de lateritos maduros e imaturos. Os lateritos imaturos distribuem-se por toda extensão do território municipal, com suas características preservadas e, atualmente, modela boa parte do relevo existente. Esse sedimento estende-se sobre um substrato granito-gnáissico antigo, que apresenta um relevo dissecado, parte de uma extensa superfície peneplanizada. Essas coberturas sedimentares indiferenciadas estão relacionadas aos depósitos plio-pleitocênicos, associados a ambientes de leque aluvias, canais aluvias, planície de inundações e lagos, com uma complexa interação de matérias que variam desde cascalho até a fração de argila, com expressiva laterização. As porções altas desse embasamento estão eventualmente aflorantes e ocorrem a SW da área urbana (Figura, 5). O clima da região é tropical chuvoso, com uma estação seca durante o ano, e sua

temperatura varia entre 21°C a 36°C com média anual de 26°C, e sua precipitação média anual é da ordem de 2.265mm.

Estas características citadas contribuem para o aparecimento de áreas alagadas (Figura 6), o que torna o município vulnerável à proliferação de vetores transmissores da endemia da malária, principalmente na periferia da cidade, que recebe grandes fluxos de migrantes.

#### **4.2. Metodologia**

Para efeito deste estudo, foram utilizados dados de ocorrência de infecção da doença obtidos no departamento de vigilância epidemiológica da Secretaria Municipal de Saúde.

Os dados de campo englobam: (I) o número de criadouros do vetor transmissor da malária; (II) drenagens que propiciam a formação de criadouros; (III) áreas alagadas, potencial habitat do mosquito transmissor; e (IV) florestas remanescentes ainda existentes no município, principalmente na área urbana; (V) nascentes existentes por bairro; (VI) Índice Parasitário Anual ,(IPA) dados fornecido pela Fundação Nacional de Saúde. Essas variáveis serão transformadas em matriz resposta para a aplicação da análise de correspondência múltipla. Para a matriz resposta, tem-se o seguinte componente para cada variável:

- a) número de criadouros com os níveis; 0, 1 , 2 e mais de 2;
- b) drenagens: presença ou ausência;
- c) áreas alagadas: presença ou ausência;
- d) floresta remanescente: presença ou ausência;

e) nascentes: presença ou ausência;

f) risco de contrair a doença; foi utilizado o Índice Parasitário Anual (IPA), que tem a seguinte denominação: Sem risco IPA = 0, Baixo risco 0,1 a 9,9; Médio risco 10 a 49,9; Alto risco IPA maior ou igual a 50; e, a partir destes riscos adotaram-se os seguintes níveis 0,1, 2 e 3.

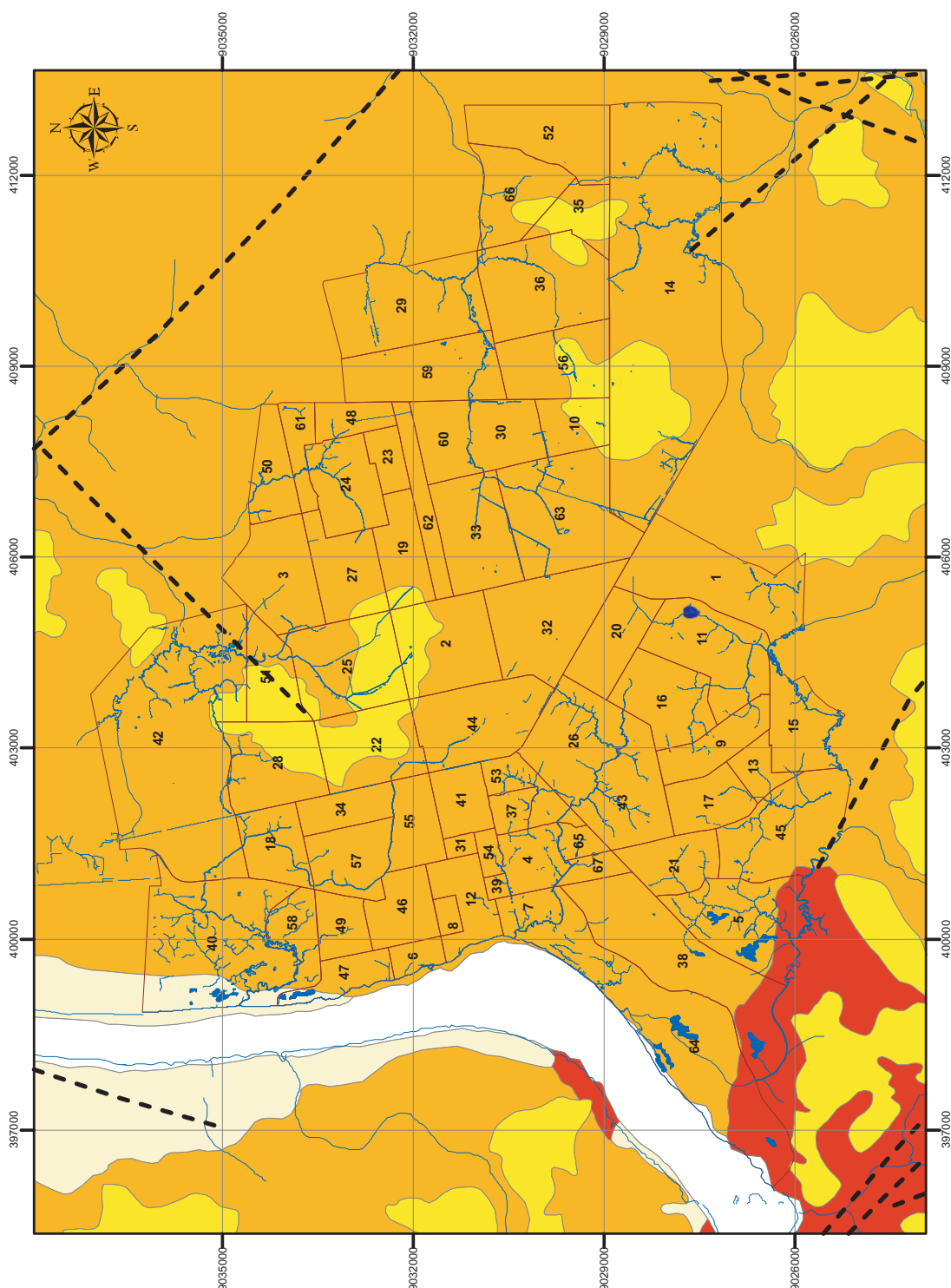
#### 4.3. Tratamento da Análise de Correspondência Múltiplas dos Dados

A partir das variáveis ambientais (número de criadouros, drenagens, áreas alagadas, floresta remanescente, nascentes e o risco) gerou-se uma tabela de contingência de múltipla entrada, que tem por finalidade representar os dados nos termos de uma matriz indicadora.

Essa matriz representa a resposta  $p$ , com um vetor de variável  $\ell_p$  com  $N$  resposta, portanto a matriz indicadora terá transformação:

$$Z = \begin{cases} z_{nk}^{(\theta)} = 1 \dots se \dots \ell_{i\theta} = k \\ z_{nk}^{(\theta)} = 0 \dots se \dots \ell_{i\theta} \neq k \end{cases} \quad (3.62)$$

para  $n = 1, \dots, N; k = 1, \dots, K_p; \epsilon = 1, \dots, \theta$ . Com a matriz resposta tem-se uma matriz indicadora transformada de  $N \times (\sum K_p)$ . Com o software XLStat 7.0 (ADDINSOFT, 2003), realizou-se a Análise de Correspondência Múltipla aplicada à tabela de contingência construída com as variáveis categóricas (ambientais).



# LEGENDA

## BAIRROS

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Areia Branca          | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolanlândia         | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebatião           |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Juscélino Kubstchek   | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Via Tupy               |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

- Rios e Igarapés
- Estrada Federal
- Sedimentos Aluviais Recentes-Holoceno
- Lateritos Imaturos - Pleistoceno
- Formação Jaci-paraná-Pleistoceno
- Granitos Suite Intrusiva Teotônio Proterozóico Médio
- Jazida: ar-areia, gn-gnaissae, lt-laterito
- Falha Encoberta

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA /2003, Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos elaborados a partir de Mapa Geológico da Área Periurbana de Porto Velho, CPRM /1996, usando o software SPRING 4.3 / INPE.

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 DATUM OFICIAL - SAD 69  
 DATUM VERTICAL - IMBUBUA - SC  
 MERIDIANO CENTRAL - 65° WGR



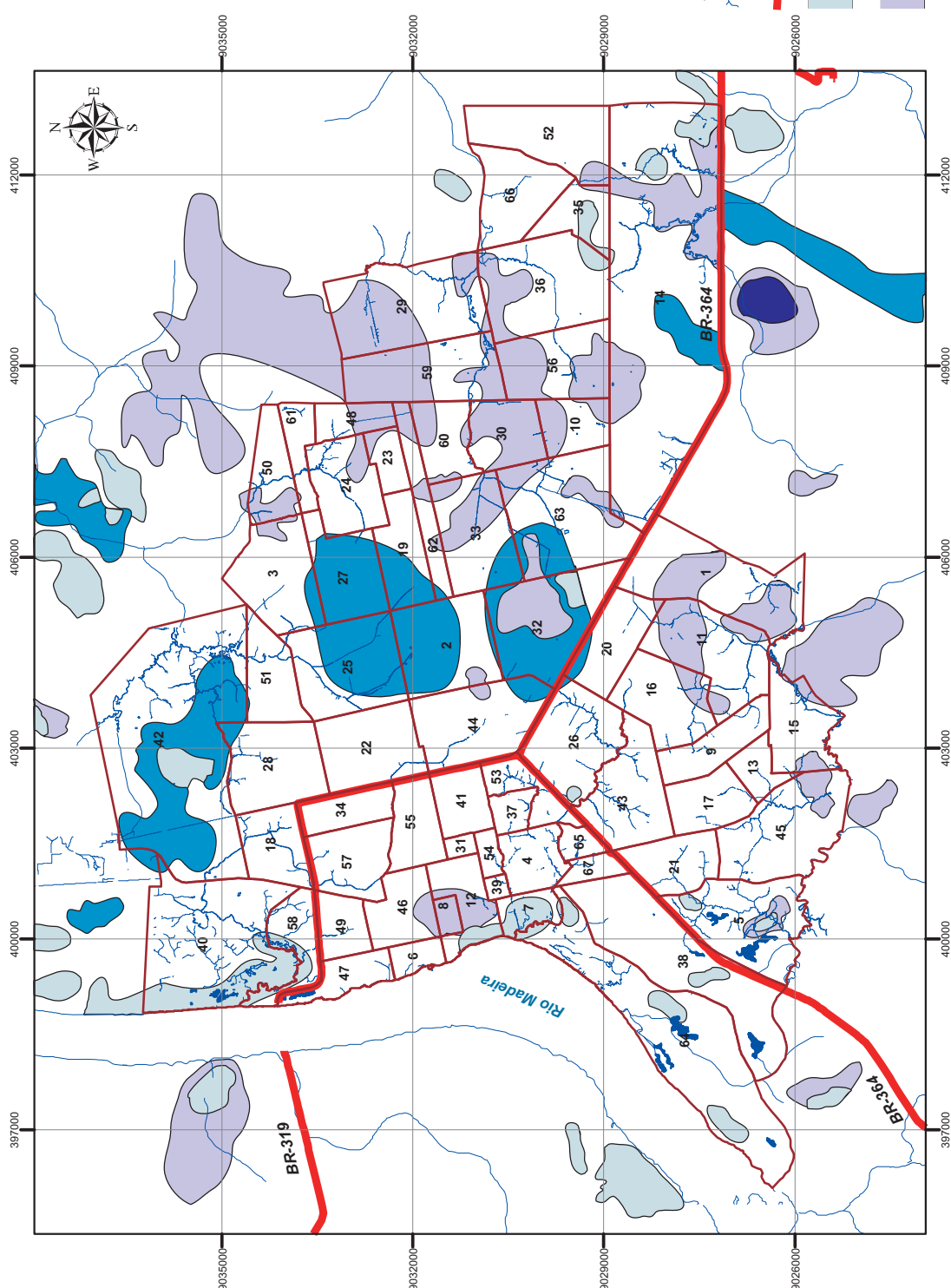
1:100.000

Figura 5 - Geologia da área urbana do município de Porto Velho.

# LEGENDA

## BAIRROS

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Área Branca           | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolândia            | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eitorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebastião          |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Jusscelino Kubstchek  | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Via Tupy               |
| 34 | Liberdade             |    |                        |



- Rios e Igarapés
- Estrada Federal
- Áreas sujeitas a inundações periódicas, principalmente em meses de cheia (janeiro a abril).
- Áreas com nível d'água superficial elevado (lençol freático), devido a presença de solo argiloso que impede infiltração rápida, deixando o solo com umidade muito alta, principalmente nos períodos de cheia (janeiro a abril).
- Áreas semelhantes as anteriores com o solo apresentando nível de umidade média.
- Áreas com tendências de umidade do solo alta, podendo receber inundações periódicas.

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA /2003, Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos gerados a partir do mapa de áreas inundáveis e de Umidade Elevada, escala 1:50.000 / CPRM -1996, usando o software SPRING 4.3 / INPE.



Figura 6 - Distribuição espacial de áreas inundáveis e de umidade elevada na área urbana do município de Porto Velho.

## 5. RESULTADOS

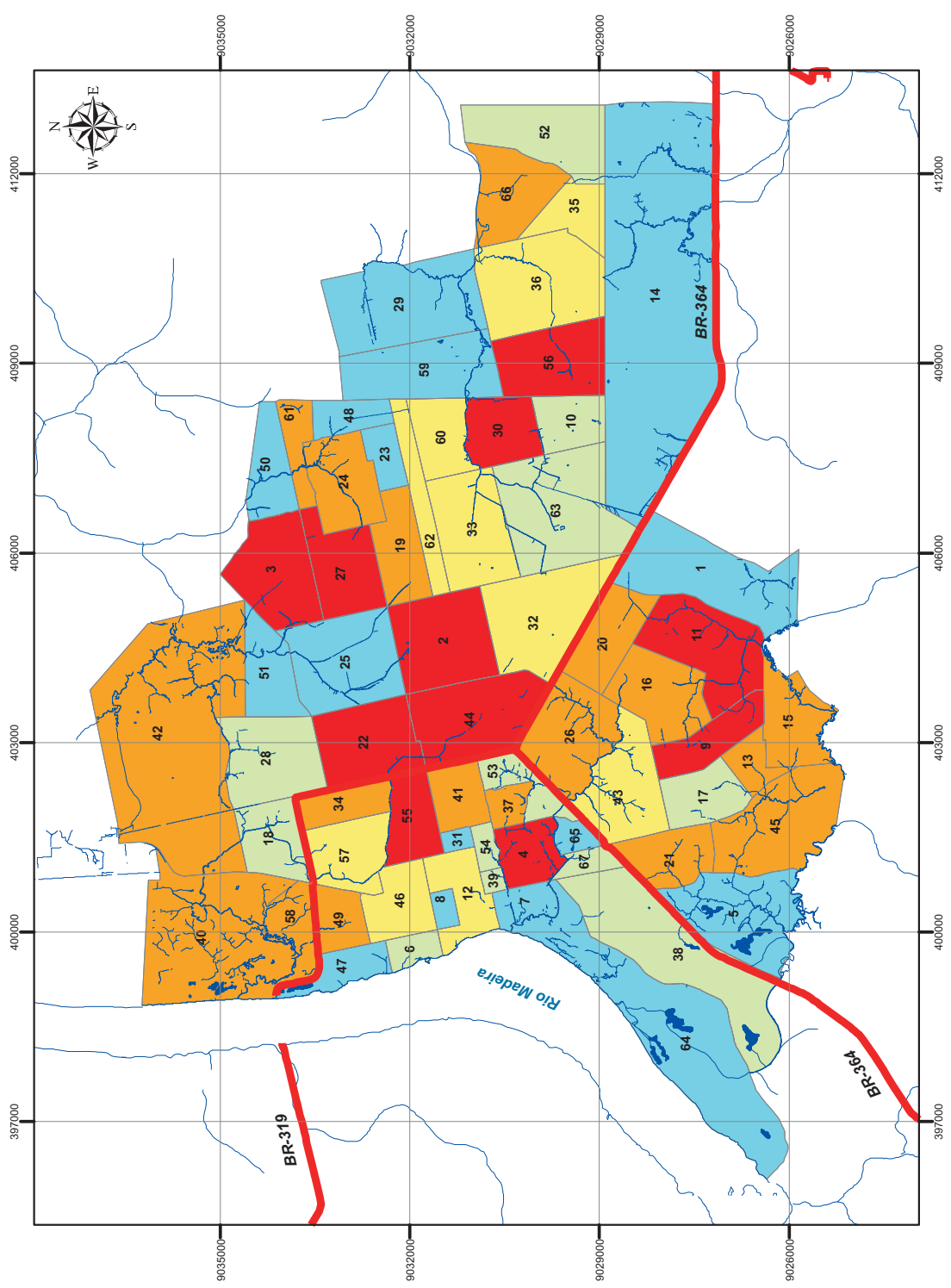
Segundo a Secretaria Municipal de Planejamento (SEMPLA, 2003), atualmente, o município de Porto Velho conta com 67 bairros e tem sua população urbana de aproximadamente 273.120 habitantes (IBGE, 2005). A partir destes dados, elaborou-se uma carta topográfica por grupos de habitantes/bairros e classificou-se cinco grupos populacionais (Figura 7). Nestes grupos, verificou-se que 17,9% (12) dos bairros têm aproximadamente 1.280 habitantes; 23,9% (16) têm população entre 1.281 a 2.877; 26,9% (18), têm população distribuída entre 2.878 a 4.917. De 4.918 a 6.795 representam 14,9% (10) dos bairros e 16,4% (11) estão no grupo populacional 6.796 a 14.144 habitantes. Essa distribuição heterogênea na área urbana tem proporcionado a concentração de grandes contingentes populacionais em espaço muito restrito, o que contribui, ainda mais, para o agravamento dos problemas de saúde pública no município, principalmente a endemia da malária.

Essa demanda de contingente populacional muito elevado faz com que as residências sejam construídas em locais impróprios à moradia, trazendo sérios problemas de ordem social, e o poder público ainda é ineficiente na solução dessas questões inerentes às condições da melhoria da qualidade de vida da população.

Diante dessa possibilidade, torna-se necessário compreender a dinâmica de transmissão da doença no ambiente urbano do município, nos seus aspectos mais complexos, seja em relação ao comportamento do vetor associado às condições sócioambientais ou, especificamente, às condições de precariedade de habitação dessa população. Esses fatores são satisfatórios para destacar o caráter

eminentemente social da doença e as dificuldades para o seu controle na região.





**LEGENDA**  
**BAIRROS**

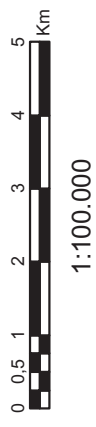
- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Areia Branca          | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolândia            | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebatião           |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Jusscelino Kubstchek  | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumzal               |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Vila Tupy              |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

**POPULAÇÃO**

- 153 - 1280
- 1281 - 2877
- 2878 - 4917
- 4918 - 6795
- 6796 - 14144

- Rios e Igarapés
- Estrada Federal

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA (2003, Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos compilados da Fundação Nacional de Saúde.



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM OFICIAL - SAD 69  
DATUM VERTICAL - IMBUBUA - SC  
MERIDIANO CENTRAL - 63° WGR

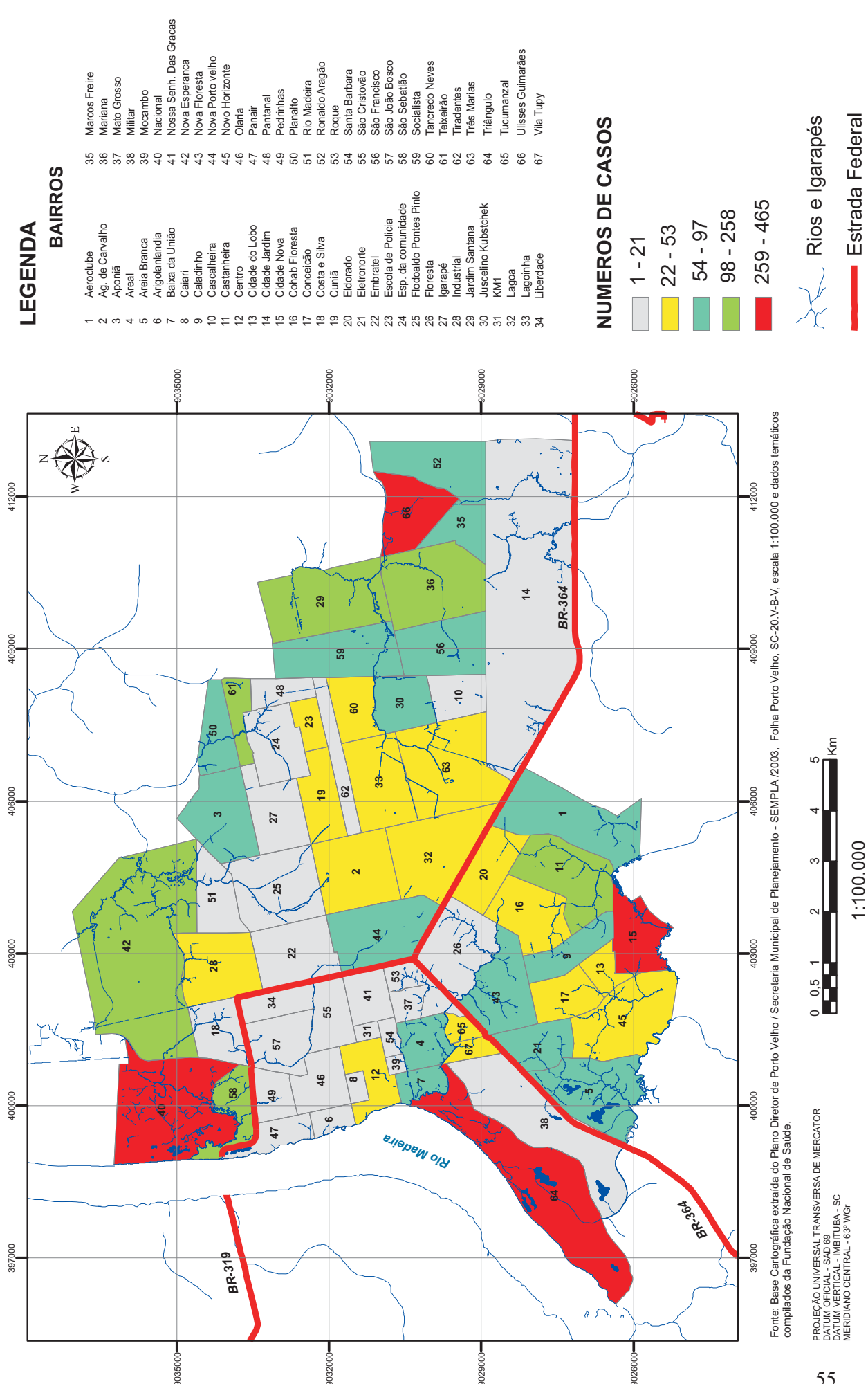
**Figura 7 - Distribuição espacial da população da área urbana do município de Porto Velho.**

Na figura 8 tem-se o mapa do município de acordo com o número de casos de malária registrados no ano de 2005 e constata-se a classificação das localidades urbanas, segundo as zonas de ocorrências do número de casos de malária. Dos 67 bairros, 4 (6,0%) apresentam uma ocorrência igual ou superior a 259 casos: no Cidade Nova (15), Nacional (40), Triângulo (64), e Ulisses Guimarães (66). Estas áreas parasitárias apresentam-se como um cinturão quase contínuo de incidência da malária.

A proporção do número de casos entre 98 a 258 corresponde a 9,0% dos bairros (6): Castanheira (11), Jardim Santana (29), Mariana (36), Liberdade (42), São Sebastião (58) e Teixeirão (61). Todos estes bairros revelaram transmissão moderada. São áreas predominantemente periféricas, com contribuições do número de casos fortalecidas pelas redes de drenagens, que, em período chuvoso, sofrem alagações permanentes. Em relação ao número de casos entre os 54 e 97, a proporção de bairros é da ordem de 22,4% (15) que, em relação a seu contingente populacional, demonstra uma baixa incidência de malária. Entre 22 e 53 casos, essa proporção atinge 23,9% (16), destacando-se os bairros Areal (4), Areia Branca (5), Baixa da União (7), Eletronorte (21) e Nova Floresta (43), nos quais, verifica-se uma predominância das características ambientais favoráveis, porém o número de casos é relativamente baixo, dada às condições ambientais das redes de drenagens.

As áreas de menor incidência representam 38,8% (26), com o número de casos inferior a 21. Essas localidades, apesar de serem cortadas por redes de drenagens, não influenciam no aumento de número de casos, devido a sua utilização pela população como fonte de esgoto de suas residências, com exceção das localidades: Caiari (8), Km I (31), Nossa Senhora das Graças (41), Santa

Bárbara (54) e Olaria (46), que não sofrem interferência dessas drenagens, mas têm ocorrência de casos de malária. Isso sugere que a ocorrência de malária pode ser por contribuição de localidades vizinhas.



**LEGENDA**

**BAIRROS**

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Areia Branca          | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argoanlandia          | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebatião           |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapê               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Jusscelino Kubstchek  | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Vila Tupy              |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

**NUMEROS DE CASOS**

- 1 - 21
- 22 - 53
- 54 - 97
- 98 - 258
- 259 - 465

- Rios e Igarapés
- Estrada Federal

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA (2003), Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos compilados da Fundação Nacional de Saúde.

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 DATUM OFICIAL - SAD 69  
 DATUM VERTICAL - IMBUBUA - SC  
 MERIDIANO CENTRAL - 63° WGR



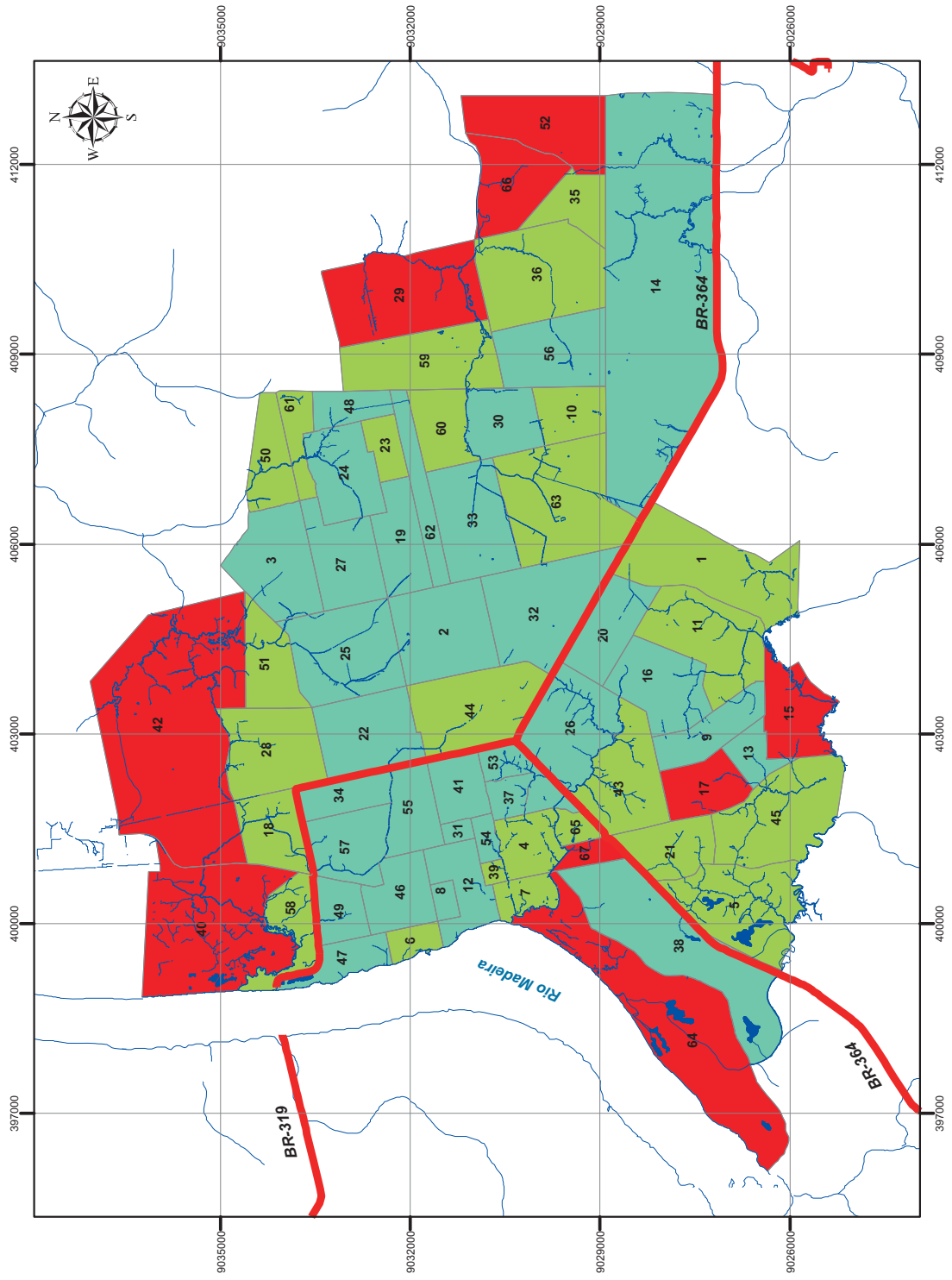
1:100.000

**Figura 8 - Distribuição espacial do número de casos de malária da área urbana do município de Porto Velho.**

O parâmetro escolhido para a medida de ocorrência da malária na área urbana do município de Porto Velho é o Índice Parasitário Anual (IPA). Com esse coeficiente de incidência é operacionalmente possível obter o indicador da população exposta ao risco do vetor transmissor da malária. A Figura 9 apresenta a distribuição espacial das localidades urbanas no município segundo o Índice Parasitário Anual (IPA). Isso possibilita a análise da tendência espacial da distribuição da morbidade na área urbana, além de demonstrar a existência de possível associação entre densidade demográfica e a ocorrência de malária na cidade. A análise desse mapa (Figura 9) permite dividi-lo em três zonas de transmissão: Zona alta IPA  $\geq 50$ , Zona média IPA entre 10 a 49,9 e Zona baixa IPA entre 0,1 a 9,9. Pode-se observar nessa figura a Zona alta, composta pelas seguintes localidades: Cidade Nova (15), Conceição (17), Jardim Santana (29), Nacional (40), Nova Esperança (42), Ronaldo Aragão (52), Triângulo (64), Ulisses Guimarães (66) e Vila Tupy (67). Estes bairros são agrupamentos periféricos localizados nas regiões Norte, Sul, Leste e Noroeste da malha urbana e têm elevada rede de drenagem natural, com áreas alagadas sujeitas às inundações frequentes.

Quanto à incidência de média transmissão, observa-se, na Figura 9, que o cenário de ocorrência está espacialmente distribuído em todas as regiões da área urbana, mas concentrada, principalmente, na porção central do município. Esta possui uma rica e extensa rede de drenagem, porém pouco contribui com a proliferação da endemia, visto que a maioria dessa drenagem serve como área de descarga de dejetos humanos, portanto não fortalece a proliferação da doença nesses setores.

A Zona de baixa transmissão aponta os menores riscos de endemicidade no meio urbano, quando comparada com as outras áreas. Assim, pode-se compreender a intensidade da variação de transmissão da doença entre as diversas localidades da área urbana do município. Isto pode ser melhor entendido, quando se considerar que o adensamento populacional existente pouco contribui para aumento de grau endêmico dessa Zona. Também vale ressaltar que as ocupações dessas áreas não são recentes e isso interfere substancialmente na ecologia do vetor transmissor da malária, além das coleções das águas situadas nessas localidades. Os ambientes naturais foram alterados por ação antrópica, mudando todo o comportamento do ecossistema vetorial. Do ponto vista de saúde pública, isso muito contribuiu para a menor ocorrência da doença. Demonstrou-se evidência de que houve uma alteração significativa do meio ambiente nessas localidades.



**LEGENDA**  
**BAIRROS**

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Areia Branca          | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolanlandia         | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebastião          |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Juscilino Kubstchek   | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Vila Tupy              |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

**LEGENDA**  
**ÍNDICE PARASITÁRIO ANUAL**

- 0,1 - 9,9
- 10,0 - 49,9
- 50,0 - 383,6

- Rios e Igarapés
- Estrada Federal

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA (2003), Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos compilados da Fundação Nacional de Saúde.



PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM OFICIAL - SAD 69  
DATUM VERTICAL - IMBUBUA - SC  
MERIDIANO CENTRAL - 65° WGR

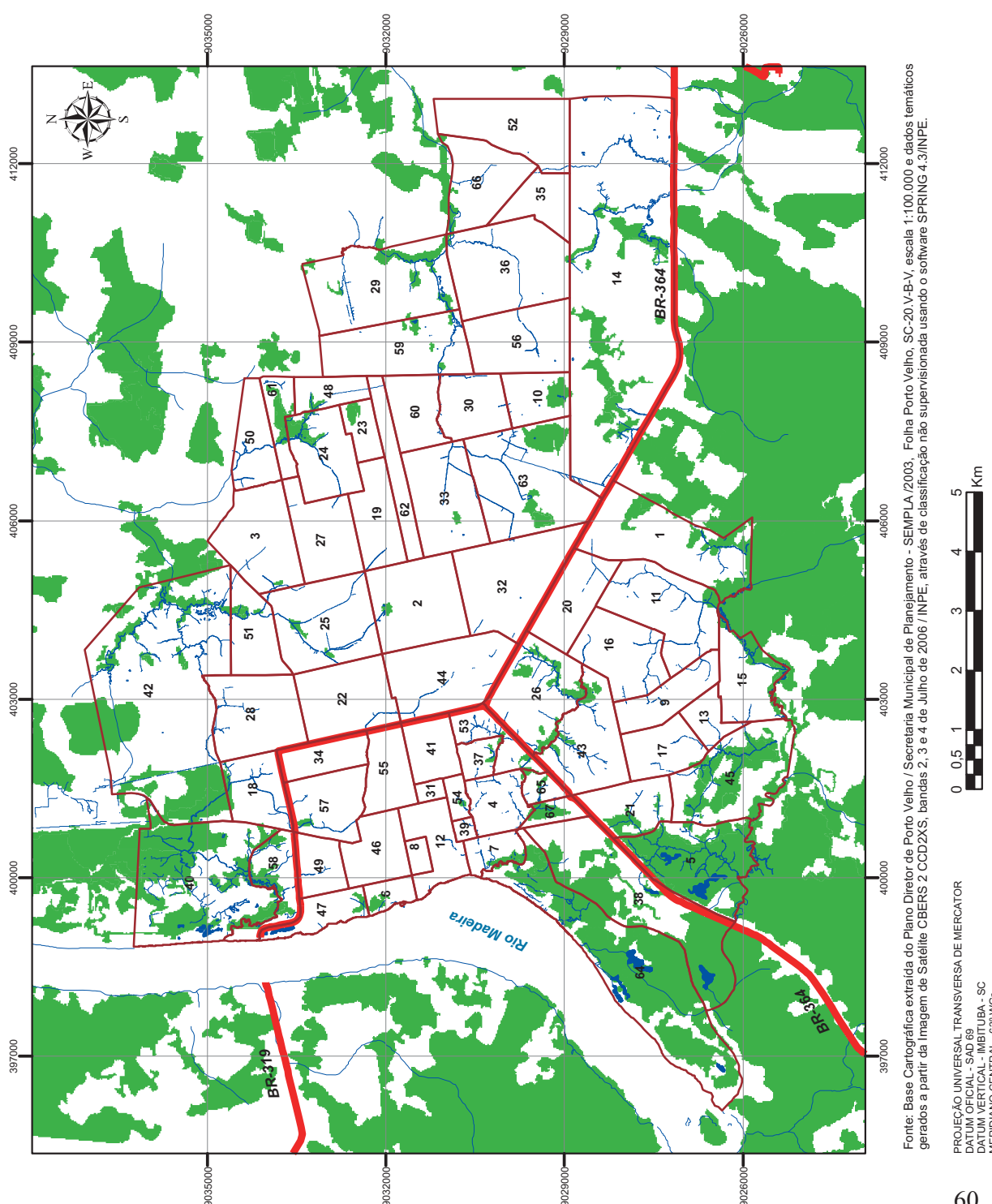
Figura 9 - Distribuição espacial do índice parasitário anual (IPA) da área urbana do município de Porto Velho.

Em relação às áreas verdes do município, observa-se, segundo a Figura 10, que grande parte dos bairros está caracterizada pela presença de área de floresta remanescente, com alta densidade de redes de drenagens naturais, que contribuem com alagações, principalmente no período chuvoso, causando sérios transtornos à população residente próximo a esse ambiente. Por sua vez, a ação do homem alterou expressivamente o comportamento do referido ambiente, tanto nas áreas de floresta remanescente, quanto nas nascentes naturais, configurando um processo de degradação ambiental causado pelas ações antrópicas.

O crescimento desordenado da cidade e o aumento das necessidades do homem ocasionam sérias modificações ambientais, com geração de resíduos que são lançados nesses ambientes, resultando na alteração do ecossistema urbano. Em algumas localidades, essas alterações ambientais fortalecem o não aparecimento da endemia, e as grandes reservas de nascentes poderiam ser usadas como fonte de recursos hídricos, que foram totalmente destruídos.

Portanto, em algumas áreas do município, há evidência de áreas de vegetação equatorial úmida, de maneira a tornar a cidade vulnerável à proliferação de mosquitos anofelinos vetores de malária, especialmente em áreas com frequência de migrantes.





# LEGENDA

## BAIRROS

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Área Branca           | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolanândia          | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Barbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebastião          |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Juscélino Kubstchek   | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Via Tupy               |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

VEGETAÇÃO

Rios e Igarapés

Estrada Federal

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA (2003, Folha Porto Velho, SC-20 V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos gerados a partir da Imagem de Satélite CBERS 2 CCD2XS, bandas 2, 3 e 4 de Julho de 2006 / INPE, através de classificação não supervisionada usando o software SPRING 4.3/INPE.

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
 DATUM OFICIAL - SAD 69  
 DATUM VERTICAL - IMBUBUA - SC  
 MERIDIANO CENTRAL - 65° WGR



Figura 10 - Distribuição espacial da vegetação na área urbana do município de Porto Velho.

A partir dos dados de campo, elaborou-se uma tabela com base nas variáveis ambientais definidas na pesquisa (Tabela 4) e realizou-se a categorização desta. Esse processo garante a redução da tabela na aplicação da análise de correspondência múltipla, para calcular os autovalores e autovetores dessa matriz e essa transformação apresenta uma tabela disjuntiva, tal que as respostas categorizadas são mutuamente excludentes e proporcionam apenas a categoria indicada (LEBART et al., 1984).

**Tabela 4.** Categorização das variáveis ambientais por bairro.

BAIRROS	Criadouros	Drenagem	Áreas Alagadas	Floresta Remanescente	Nascente	Risco
1	>2	SIM	SIM	SIM	SIM	2
2	1	SIM	SIM	SIM	SIM	1
3	0	SIM	SIM	SIM	SIM	2
4	2	SIM	NÃO	NÃO	SIM	2
5	1	SIM	SIM	SIM	SIM	2
6	0	SIM	NÃO	SIM	SIM	2
7	1	SIM	SIM	SIM	SIM	2
8	0	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	1
9	1	SIM	NÃO	NÃO	SIM	1
10	0	SIM	SIM	SIM	NÃO	2
11	>2	SIM	SIM	SIM	SIM	2
12	0	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	1
13	1	SIM	NÃO	NÃO	SIM	1
14	2	SIM	SIM	SIM	SIM	1
15	>2	SIM	SIM	SIM	SIM	3
16	1	SIM	SIM	NÃO	SIM	1
17	0	SIM	NÃO	NÃO	SIM	3
18	0	SIM	SIM	NÃO	SIM	2
19	0	NÃO	SIM	NÃO	SIM	1
20	0	SIM	SIM	NÃO	SIM	1
21	0	SIM	NÃO	SIM	SIM	2
22	0	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	1
23	0	NÃO	SIM	SIM	NÃO	2
24	1	SIM	SIM	SIM	SIM	1
25	1	SIM	SIM	SIM	SIM	1
26	1	SIM	SIM	SIM	SIM	1
27	0	NÃO	SIM	NÃO	SIM	1
28	0	SIM	SIM	NÃO	SIM	2
29	>2	SIM	SIM	SIM	SIM	3
30	>2	SIM	SIM	NÃO	NÃO	1
31	0	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	2
32	0	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	1

33	2	SIM	SIM	SIM	SIM	1
34	0	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	1
35	2	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	2
36	1	SIM	SIM	NÃO	NÃO	2
37	0	SIM	NÃO	SIM	SIM	1
38	0	SIM	SIM	SIM	SIM	1
39	0	SIM	SIM	NÃO	NÃO	2
40	2	SIM	SIM	SIM	SIM	3
41	0	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	1
42	2	SIM	SIM	SIM	SIM	3
43	2	SIM	NÃO	SIM	SIM	2
44	0	SIM	SIM	NÃO	SIM	2
45	>2	SIM	SIM	SIM	SIM	2
46	0	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	1
47	0	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	1
48	0	SIM	SIM	SIM	SIM	1
49	0	SIM	NÃO	NÃO	SIM	1
50	0	SIM	SIM	NÃO	SIM	2
51	1	SIM	NÃO	SIM	NÃO	2
52	>2	SIM	SIM	NÃO	NÃO	3
53	0	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	1
54	0	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	1
55	0	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	1
56	2	SIM	SIM	NÃO	SIM	1
57	0	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	1
58	1	SIM	SIM	SIM	SIM	2
59	1	SIM	SIM	SIM	NÃO	2
60	2	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	2
61	1	SIM	NÃO	SIM	SIM	2
62	0	NÃO	SIM	SIM	NÃO	2
63	0	SIM	SIM	SIM	SIM	1
64	1	SIM	SIM	SIM	SIM	3
65	1	SIM	NÃO	SIM	SIM	2
66	>2	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	3
67	1	SIM	NÃO	SIM	SIM	3

Fonte: Dados de Campo

Após a categorização da Tabela 4, elaborou-se a tabela disjuntiva completa, fornecendo uma matriz 67x16, definida segundo modelo (Equação, 3.62) da seção 4.3. Essa permite compreender os dois fatores obtidos por meio da análise de correspondência múltipla, utilizando método de cálculo das distâncias euclidianas entre os pontos do espaço bidimensional.

**Tabela 5.** Matriz indicadora das variáveis ambientais.

BAIRROS	Criadouros				Drenagem		Áreas alagadas		Floresta Remanescente		Nascentes.		Risco			
	0	1	2	>2	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	0	1	2	3
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
3	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
4	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
5	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
6	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
7	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
8	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
9	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
10	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
11	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
12	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
13	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
14	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
15	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
16	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
17	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
18	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
20	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
21	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
22	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
23	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
24	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
25	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
26	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
27	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
28	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
29	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
30	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
31	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
32	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
33	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
34	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
35	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
36	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
37	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
38	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
39	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
40	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
41	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
42	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
43	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
44	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
45	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
46	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
47	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
48	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
49	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
50	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
51	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
52	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1

53	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
54	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
55	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
56	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0
57	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
58	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
59	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
60	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
61	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
62	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
63	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
64	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
65	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
66	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1
67	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1

Fonte: Pesquisa de Campo.

Com as variáveis ambientais (criadouros, drenagem, áreas alagadas, floresta remanescente, nascentes e riscos) elaborou-se uma análise de agrupamentos hierárquica (Agglomerative Hierarchical Clustering/ACH) pelo método de Ward e o resultado foi a classificação em três grandes grupos (Figura 11). Esse modelo forneceu os grupos endêmicos com a alocação das variáveis ambientais, associadas ao risco da endemicidade da doença, utilizando-se os dados dos planos fatoriais da análise de correspondência múltipla.

Segundo a análise de agrupamentos, os grupos ficaram definidos conforme a Tabela 6: grupo I demonstra que (34,4%) dos bairros são altamente endêmicos, no grupo II, com média endemicidade (32,8%) e, no grupo III, podem ser considerados como baixa endemicidade (32,8%). Estas características endêmicas são atribuídas aos fatores de interferência ambiental nessas localidades.

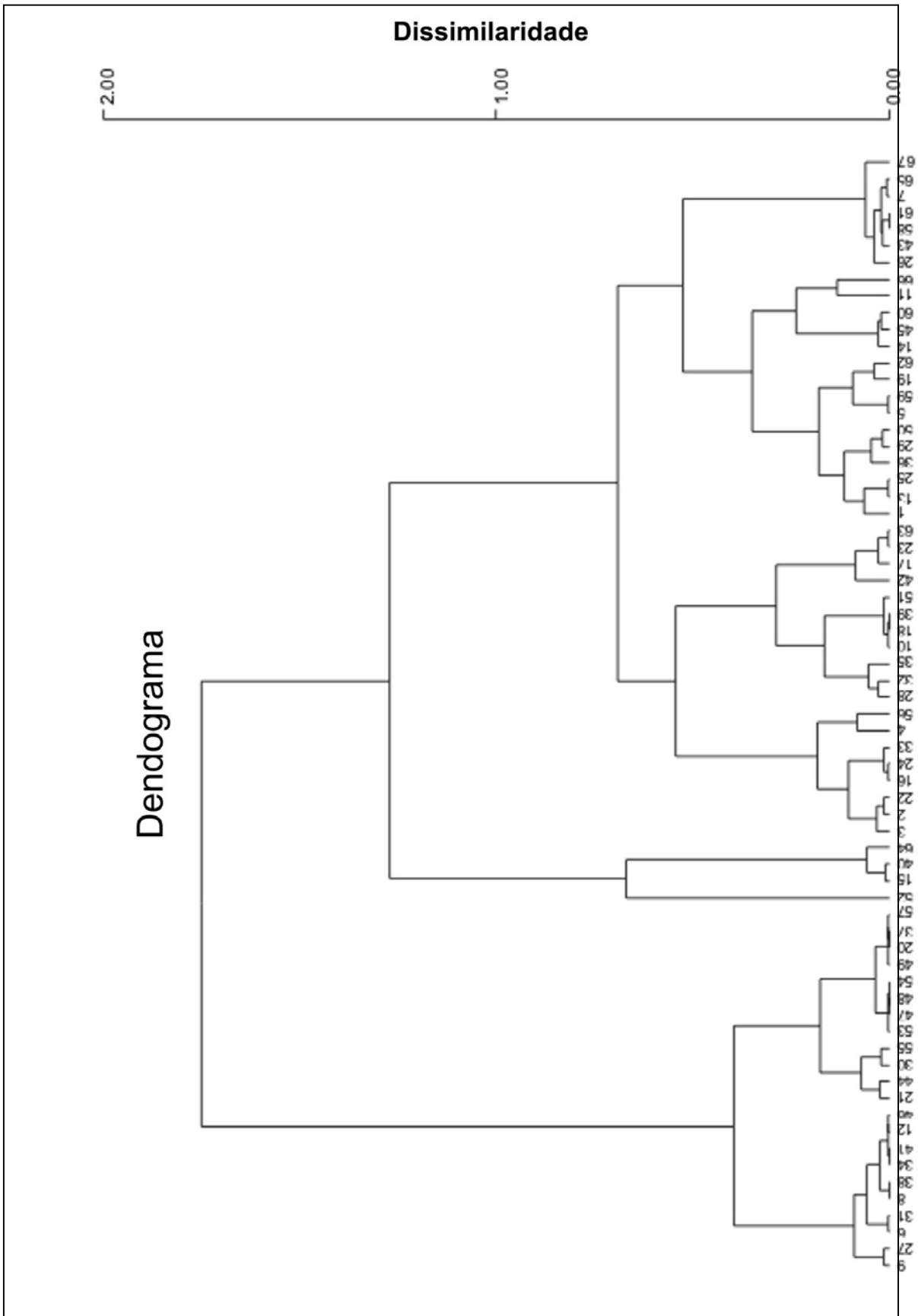


Figura 11. Dendrograma da classificação dos grupos endêmicos da área urbana do município de Porto Velho (Fonte: Pesquisa de Campo).

**Tabela 6.** Composição dos grupos obtidos pela ACH.

Grupo	Bairros (*)																					
I	2	3	4	10	15	16	17	18	22	23	24	28	32	33	35	39	40	42	51	52	56	63
	64																					
II	1	5	7	11	13	14	19	25	26	29	36	43	45	50	58	59	60	61	62	65	66	
	67																					
III	6	8	9	12	20	21	27	30	31	34	37	38	41	44	46	47	48	49	53	54	55	
	57																					

Fonte: Dados de Campo

(\*) Os algarismos representam os bairros numerados de 1 a 72.

Como pode ser visto na Tabela 7, a contribuição da inércia, que mede a associação entre e linhas e colunas nas três dimensões da tabela de dados transformados, obtidos na decomposição dos valores singulares, demonstra que essa associação é representada por 45% da inércia explicada do eixo bidimensional, sendo que a inércia explicada pelo primeiro eixo vetorial é 30%, enquanto que 15% é explicada pelo segundo eixo vetorial. Isso demonstra a existência da associação das variáveis ambientais na pulverização da endemia no município de Porto Velho.

**Tabela 7:** Explicação acumulada dos autovalores, segundo os eixos

Eixos	Autovalor	Explicação (%)	Var. acumulada (%)
F1	0,447	30	30
F2	0,225	15	45
F3	0,191	13	58
F4	0,167	11	69
F5	0,146	10	79
F6	0,106	7	86
F7	0,081	5	91
F8	0,073	5	96
F9	0,065	4	100

A Tabela 8 apresenta as coordenadas das variáveis para os dois eixos e suas contribuições e qualidade de representação. Entre as variáveis, criadouro – 0, criadouro – 1, criadouro – 2 e criadouro > 2, a que mais contribuiu para o primeiro eixo vetorial com 67%, da inércia explicada foi criadouro – 2. A distância de suas projeções sobre os eixos mostra uma grande dissimilaridade entre elas. Áreas alagadas sim e não, floresta remanescente sim e não, nascentes sim e não e risco – 2 apresentam maior contribuição para o primeiro eixo, significando que essas variáveis têm grande influência na proliferação da endemia nos bairros que possuem características dessa natureza. Já para o segundo eixo, as variáveis que mais contribuem para o aumento do número de casos são: criadouro – 1, criadouro - > 2, drenagem sim e não, risco – 3, portanto, essas variáveis demonstram sua contribuição na proliferação da endemia, principalmente com as drenagens existentes nessas localidades.



**Tabela 8.** Resumo estatístico para as variáveis ambientais por classe.

Variáveis	Eixo <sub>1</sub>	Eixo <sub>2</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Qr <sub>1</sub>	Qr <sub>2</sub>
Criadouro - 0	-0,781	0,070	0,002	0,112	0,015	0,001
Criadouro - 1	0,837	-1,084	0,038	0,011	0,149	0,004
Criadouro - 2	0,504	0,410	0,668	0,064	0,094	0,028
Criadouro - >2	0,879	1,551	0,272	0,012	0,149	0,018
Drenagem - NÃO	-0,612	0,816	0,130	0,153	0,194	0,016
Drenagem - SIM	0,242	0,323	0,130	0,153	0,194	0,016
Áreas Alagadas - NÃO	-0,804	-0,011	0,041	0,000	0,012	0,402
Áreas Alagadas - SIM	0,614	0,008	0,041	0,000	0,012	0,402
Flor. Reman. - NÃO	-0,542	-0,060	0,032	0,140	0,084	0,112
Flor. Reman - SIM	0,855	0,094	0,032	0,140	0,084	0,112
Nascente - NÃO	-0,360	0,053	0,077	0,013	0,009	0,046
Nascente - SIM	1,496	-0,222	0,077	0,013	0,009	0,046
Risco - 1	-0,644	-0,193	0,000	0,334	0,113	0,002
Risco - 2	0,339	-0,349	0,011	0,563	0,241	0,002
Risco - 3	1,204	1,712	0,014	0,055	0,045	0,014

Eixo<sub>1</sub> e Eixo<sub>2</sub> referem-se, respectivamente, à decomposição da inércia para o primeiro e segundo eixos.

C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> referem-se, respectivamente, às respostas que melhor explicam a inércia para o primeiro e segundo eixos

Qr<sub>1</sub> e Qr<sub>2</sub> referem-se, respectivamente, à qualidade de representação dos pontos para o primeiro e segundo eixos.

Interpretando a aplicação da análise de correspondência múltipla (Figura 12), obteve-se o plano fatorial com a delimitação dos grupos obtidos na análise de cluster hierárquica, apresentado com as variáveis ambientais, demonstrando que essas variáveis são fatores preponderantes para o aumento do risco da população contrair malária, porque esses ambientes favorecem à formação de criadouros do vetor transmissor.

Segundo a Figura 12, observa-se no grupo I que as variáveis de fortalecimento da endemia são compostas por ambientes propícios à formação de criadouros, como nascentes, drenagens, áreas alagadas e florestas remanescentes, com maior contribuição para o aumento do risco da doença estão as nascentes. Tais condições

são ideais para a proliferação do vetor da malária; são áreas de expansão urbana, ocupadas, principalmente, por invasões. A população constrói suas moradias sem as mínimas condições de se protegerem contra a ação do mosquito transmissor da malária. Esses níveis de exposição e precariedades das moradias, somados à elevada densidade vetorial favorecidos pelas condições ambientais, propiciam a reprodução e o desenvolvimento do vetor e, posteriormente, o aumento da enfermidade nessas localidades. No grupo II, as variáveis ambientais, que contribuem com a proliferação do vetor da malária, são: criadouros > 2, drenagens – sim, áreas alagadas, florestas remanescentes. Essas variáveis têm sua contribuição fortalecida nas áreas alagadas e nas florestas remanescentes. Já no grupo III, tem-se uma grande similaridade das características ambientais entre os bairros Caiari (8), Centro (12), Igarapé (27), Liberdade (34), Militar (38), Nossa Senhora das Graças (41) e Olaria (46), sem floresta remanescente, sem nascente, sem criadouros, sem drenagem e sem áreas alagadas.

Outro conjunto de bairros também similar é: Mato Grosso (37), Panair (47), Pantanal (48), Pedrinhas (49), Santa Bárbara (54), São Cristóvão (55) e São João Bosco (57). Apesar das condições ambientais não serem favoráveis à ocorrência de casos, o risco de contrair a doença ainda é 1 (um), significando que a ocorrência é proveniente de localidades vizinhas com interferência das variáveis ambientais na proliferação da endemia.

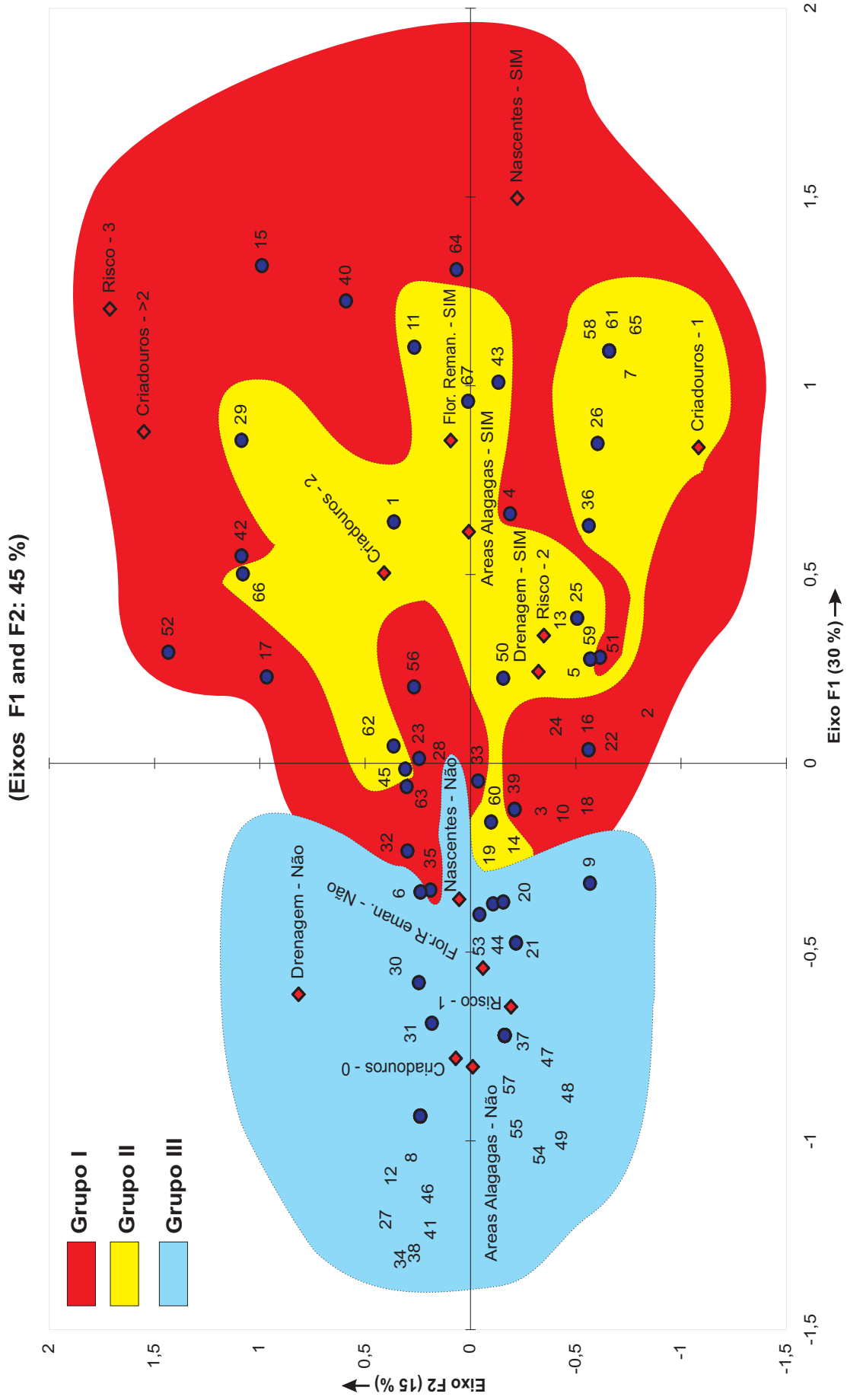


Figura 12 - Classificação dos grupos endêmicos da área urbana do município de Porto Velho.

Na Figura 13 é observada a predominância da transmissão da doença dada às condições ambientais dessas localidades situadas em posições periféricas, em relação ao centro urbano, e que têm, ao longo de sua história, as denominadas invasões em áreas relacionadas à ecologia do mosquito (*Anopheles darlingi*), espécie vetorial mais freqüente no município, e que possui uma preferência por coleções de águas situadas entre o ambiente natural e as áreas alteradas por ação antrópica. Nestas áreas, o avanço desordenado da ocupação sobre áreas de floresta remanescente proporciona a exposição dessas coleções hídricas à luz, que favorece o desenvolvimento do vetor e possibilita um incremento de sua densidade.

Também contribuem para a intensificação da transmissão as condições precárias de moradia dessa população, em decorrência do baixo nível socioeconômico e a forma de ocupação do espaço urbano por movimentos sociais organizados, que se apoderam de áreas públicas e privadas. Essas ocupações exigem dos moradores a construção de habitações precárias, que são edificadas com matérias inadequadas e de pouca resistência, as quais não oferecem proteção contra o vetor transmissor.

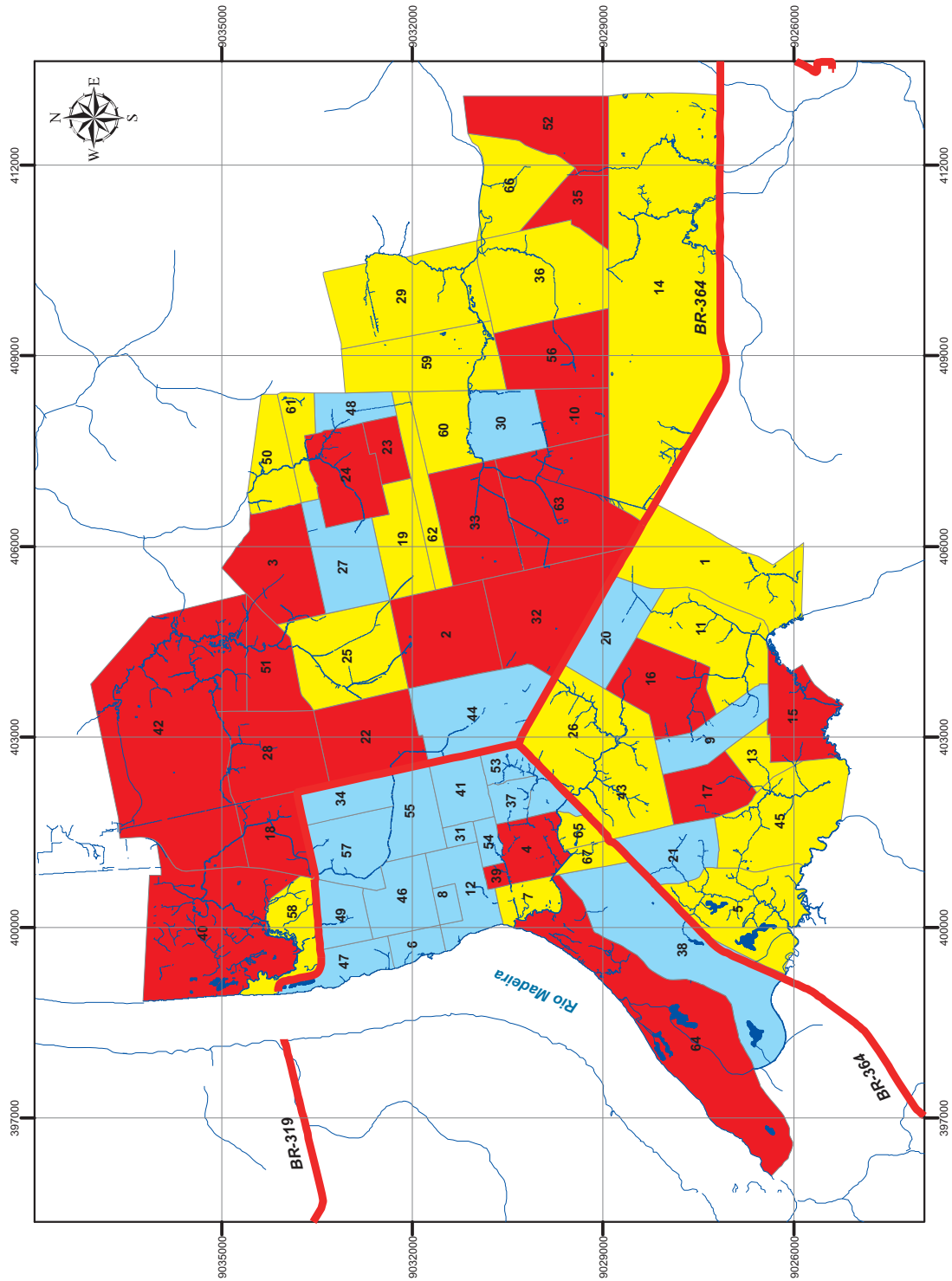
Observa-se no grupo I (Figura 13) que as variáveis ambientais contribuem diretamente com o alto índice de casos, uma vez que há uma adensada rede de drenagem natural, áreas alagadas sujeitas a inundações periódicas, muito freqüentes no período chuvoso, além das reservas de florestas existentes nas diversas localidades desse grupo. Portanto, ele apresenta uma alta ocorrência de casos de malária, dada às condições ambientais na proliferação do vetor.

Quanto ao grupo II (média incidência), verifica-se que as variáveis ambientais ainda contribuem para a intensificação do mosquito transmissor e, portanto, a

ocorrência do vetor transmissor sofre algumas interferências pela ação humana em relação ao ambiente, nas diversas localidades desse grupo. Na pesquisa de campo, verificou-se, nesse grupo, que diversas localidades usam as drenagens naturais como rede de esgoto, fato que fortalece o não aparecimento de novos criadouros do vetor transmissor da malária, mas contribui com o aparecimento de novas doenças, que causam sérios transtornos à saúde pública do município.

No grupo III (baixa incidência), observa-se que a maioria dos bairros concentra-se na região mais central do município. São áreas de ocupação mais antiga, com rede de drenagem de águas pluviais já consolidadas, caracterizando poucas alagações. Em outras localidades como a Vila Militar (38), verifica-se que o bairro está próximo às áreas de alagações, com alta rede de drenagem natural, que pouco interfere no aumento do número de casos, devido aos cuidados pertinentes à diminuição da incidência do vetor transmissor. Quanto aos bairros Caladinho (9), Eldorado (20), Eletronorte (21), Igarapé (27), Juscelino Kubstschek (30) e Pantanal (48), ressalta-se que as variáveis pouco influenciam no número de casos, uma vez que as drenagens, que são um dos grandes potenciais indicadores na formação de criadouros, sofreram alterações antrópicas e, atualmente, servem como elementos de descarga de dejetos desses bairros, portanto não contribuem na proliferação de criadouro do mosquito transmissor da malária.

Uma possível explicação para a existência dos casos notificados nesses bairros é que eles sofrem contribuições de bairros vizinhos, cujo grau de incidência da endemia é de médio a alto, com contribuições relevantes das variáveis ambientais, o que eleva o risco de formação de criadouros do vetor transmissor da endemia e contribui com o aumento significativo da malária urbana no município.



## LEGENDA

### BAIRROS

- |    |                       |    |                        |
|----|-----------------------|----|------------------------|
| 1  | Aeroclube             | 35 | Marcos Freire          |
| 2  | Ag. de Carvalho       | 36 | Mariana                |
| 3  | Aponiã                | 37 | Mato Grosso            |
| 4  | Areal                 | 38 | Militar                |
| 5  | Área Branca           | 39 | Mocambo                |
| 6  | Argolândia            | 40 | Nacional               |
| 7  | Baixa da União        | 41 | Nossa Senh. Das Graças |
| 8  | Calari                | 42 | Nova Esperança         |
| 9  | Caladinho             | 43 | Nova Floresta          |
| 10 | Cascalheira           | 44 | Nova Porto velho       |
| 11 | Castanheira           | 45 | Novo Horizonte         |
| 12 | Centro                | 46 | Olaria                 |
| 13 | Cidade do Lobo        | 47 | Panair                 |
| 14 | Cidade Jardim         | 48 | Pantanal               |
| 15 | Cidade Nova           | 49 | Pedrinhas              |
| 16 | Cohab Floresta        | 50 | Planalto               |
| 17 | Conceição             | 51 | Rio Madeira            |
| 18 | Costa e Silva         | 52 | Ronaldo Aragão         |
| 19 | Cunilã                | 53 | Roque                  |
| 20 | Eldorado              | 54 | Santa Bárbara          |
| 21 | Eletronorte           | 55 | São Cristovão          |
| 22 | Embratel              | 56 | São Francisco          |
| 23 | Escola de Polícia     | 57 | São João Bosco         |
| 24 | Esp. da comunidade    | 58 | São Sebastião          |
| 25 | Floreado Pontes Pinto | 59 | Socialista             |
| 26 | Floresta              | 60 | Tancredo Neves         |
| 27 | Igarapé               | 61 | Teixeirão              |
| 28 | Industrial            | 62 | Tiradentes             |
| 29 | Jardim Santana        | 63 | Três Marias            |
| 30 | Jusscelino Kubstchek  | 64 | Triângulo              |
| 31 | KM1                   | 65 | Tucumanzal             |
| 32 | Lagoa                 | 66 | Ulisses Guimarães      |
| 33 | Lagoinha              | 67 | Via Tupy               |
| 34 | Liberdade             |    |                        |

**Grupo I**  
Alta Endemicidade

**Grupo II**  
Média Endemicidade

**Grupo III**  
Baixa Endemicidade

Rios e Igarapés

Estrada Federal

Fonte: Base Cartográfica extraída do Plano Diretor de Porto Velho / Secretaria Municipal de Planejamento - SEMPLA (2003, Folha Porto Velho, SC-20.V-B-V, escala 1:100.000 e dados temáticos gerados pelo autor.

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR  
DATUM OFICIAL - SAD 69  
DATUM VERTICAL - IMBUBA - SC  
MERIDIANO CENTRAL - 63° WGR



1:100.000

Figura 13 - Distribuição espacial dos grupos endêmicos da área urbana do município de Porto Velho.

A partir dos mapas temáticos anteriores (Figura 5, 6, 10 e 13), superposicionado em Camadas (figura 14), observa-se que o mapa temático (Figura 13), construído a partir da análise de correspondência múltipla, sugere que as variáveis ambientais : criadouros, drenagem, áreas alagadas, florestas remanescentes e o risco de contrair a doença, contribuem de forma significativa para a prevalência da malária na área urbana do município.

Por outro lado, percebe-se que os aspectos físico geológico do município, principalmente quantos às questões climáticas, colaboram de forma acentuada para o surgimento de regiões alagadas, que por sua vez, tornam propícia a manutenção das florestas remanescentes existentes, ainda, na sede urbana do município.

As junções desses fatores corroboram para o desenvolvimento de áreas que são vulneráveis à proliferação da endemia da malária. Dessa forma, torna-se claro que na região demonstrada na Figura 14, se mantidas as condições desse ambiente, o vetor transmissor da malária encontra ambiente propício à sua proliferação e assim, a endemia em Porto Velho continuará sendo um dos mais sérios problemas de saúde pública do município.

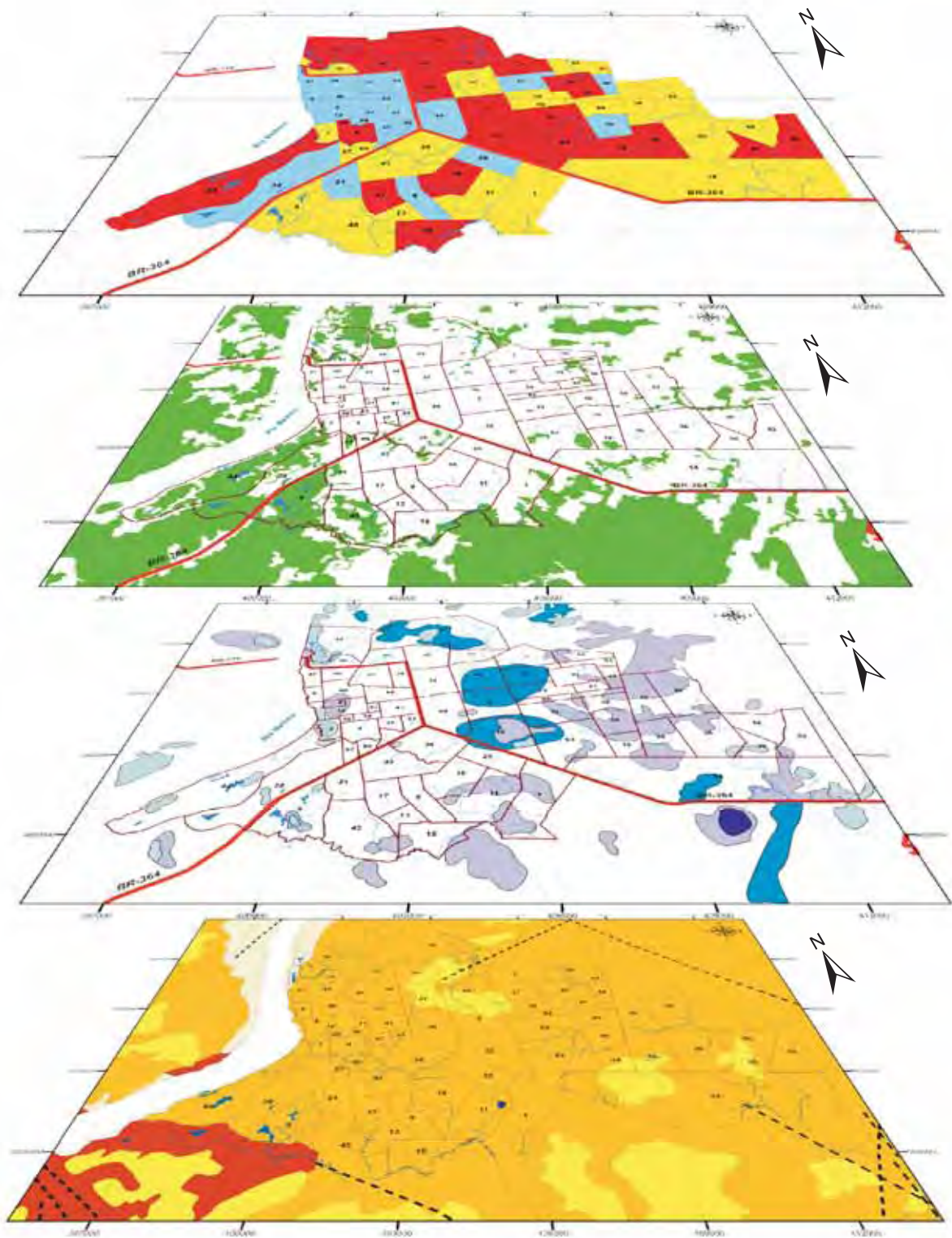


Figura 14 - Camada de informações: riscos endêmicos, vegetação, áreas inundáveis e de umidade elevada e geologia.



## 6. CONCLUSÕES

A ocorrência da malária em Rondônia, principalmente em Porto Velho, está intrinsecamente ligada à história da ocupação humana, a qual contribuiu para um dos sérios problemas de saúde pública, a malária. Por isso, faz-se imprescindível a informação da origem e do modelo de ocupação para compreender a endemia da malária urbana no município.

Portanto, os resultados obtidos nesse trabalho correspondem ao mapeamento das ocorrências da endemia da malária na área urbana de Porto Velho, agregando as variáveis ambientais que interferem na sua incidência. Essas, por sua vez, associam a relação existente entre a incidência parasitária da malária e a progressão de áreas com condições extremamente favoráveis à transmissão da infecção, aumentando, assim, os níveis de prevalência da doença.

Há indicativos de focos de transmissão da infecção que puderam ser recolhidos na área urbana do município, para os quais foi possível obter informações epidemiológicas na identificação de criadouros produtivos e permanentes do vetor, demonstrando uma convergência entre esses resultados e os obtidos da intensidade de transmissão da infecção, que proporciona uma transmissão contínua da epidemia da malária.

Outro aspecto que também aponta incidência da endemia da malária e serve como estimador do coeficiente de incidência parasitária, é o Índice Parasitário Anual (IPA). Ele aponta os elevados índices da transmissão da endemia, não agregando as variáveis ambientais, fatores preponderantes na contribuição da proliferação da doença.

Observa-se, também, uma estratificação das áreas urbanas, segundo a ocorrência e os níveis de transmissão da infecção no município, apontando as áreas de risco com o grau endêmico dentro de cada grupo, de maneira a se constituir em uma informação valiosa para orientação das medidas de controle.

O uso da metodologia proposta no corpo deste trabalho permite a realização do monitoramento da doença a partir da construção de mapas de incidência, nos quais são apontados os locais endêmicos e as variáveis correlacionadas com a transmissão da doença.

Por conseguinte, essa ferramenta de mapeamento pode, perfeitamente, contribuir para o equacionamento do problema de saúde pública representado pela malária, sob o ponto de vista de planejamento urbano e pode, ainda, proporcionar os meios para a implementação de uma estratégia de controle integrado da endemia na área urbana do município. Isso implica, necessariamente, em criar condições para uma ação multissetorial coordenada, capaz de fazer frente aos fatores locais que tornam heterogênea e complexa a transmissão da malária no sítio urbano de Porto Velho.

## 7. REFERÊNCIAS

BARROSO, J. W. **Porque a malária é endêmica no Brasil?** 2001. Jornal do Brasil.

Edição 06/04/01. Disponível em: [www.alertamedico.med.br/](http://www.alertamedico.med.br/). Acessado em 30/10/2005.

CÂMARA, G. MONTEIRO, A.M.V. **Geocomputacion Tecnicis for Spacial Analysis:**

**Is it the case for health data?** Caderno de Saúde Pública, v. 17(5), p. 1059-1081, 2001.

CAMARGO-NEVES, V. L. F.; KATZ, G.; RODAS L. A. C.; POLETTO, D. W.; LAGE,

I. C.; SPINOLA R. M. F.; CRUZ, O. G. **Utilização de ferramentas de análise espacial na vigilância epidemiológica de leishmaniose visceral americana – Araçatuba, São Paulo, Brasil, 1998 - 1999.** Cadernos de Saúde Pública; v. 17: 1263-1267, 2001.

CAMARGO, E. P. **Malária, maleita, paludismo.** Endemias – Ciência e Cultura, v.

55(1), p. 26-30, 2003.

CASTRO, S. S., GOMES, J. O.; ALMEIDA, A. L. J.. **A mortalidade infantil como**

**indicador de saúde e de exclusão social em Presidente Prudente- SP- 2000 a 2003.** Anais do IV fórum de ciências da FCT, Presidente Prudente – São Paulo, maio, 2003.

CAMPOS, A. L. V. **Combatendo nazistas e mosquitos militares norte-**

**americanos no nordeste brasileiro(1941/45).** História, Ciência e Saúde – Manguinhos, v. 3, p. 603-620, 1999.

CARVALHO, M. S., MARZOCCHI, K. B. F. **Avaliação da prática de vigilância epidemiológica nos serviços públicos de saúde no Brasil.** Revista saúde pública, v. 12, p. 66-74, 1992.

CARVALHO, M. S., NOBRE, F. F. **Editorial.** Caderno de Saúde Pública, 2001.

CESÁRIO, M., CESÁRIO, R. R. **Malária, Amazônia e Desenvolvimento.** Scientific American Brasil, 2006. Disponível em: [www2.uol.com.br/sciam/conteúdo/matéria/matéria\\_91.html](http://www2.uol.com.br/sciam/conteúdo/matéria/matéria_91.html). Acessado em 19/07/2005.

CUETO, M. **Missionaries of science: the Rockefeller Foundation and Latin America.** Bloomington/Indianapolis, Indiana University Press 1994.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recurso de Recursos Minerais. **Avaliação preliminar da área periurbana de Porto Velho para disposição de resíduos sólidos urbanos.** Ministério das Minas e Energia. Porto Velho, 1996.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recurso de Recursos Minerais. **Uso e Ocupação do solo e levantamento preliminar dos aspectos ambientais na região de Porto Velho.** Ministério das Minas e Energia. Porto Velho, 1996.

DA SILVA, D. B., PIRES, M. M., NASSAR, S. M. **Câncer pediátrico: análise de um registro hospitalar.** Jornal de Pediatria, v. 1, p. 412-414, 2002.

DE PAIVA, P. D., MORÉS, N., JUNIOR, W. BARIONI, DALLA COSTA, O. A., SOBESTIANSKI, J., DO AMARAL, L. A. **Fatores de risco associado à**

**ocorrência de sarna sarcóptica e prevalência em suínos na fase de crescimento- terminação na região Sul do Brasil.** *Ciência rural*, v. 12, p. 731-736, 2003.

DEL PORTILLO, H. **Sequenciamento do DNA do protozoário *Plasmodium vivax*** . Disponível em: <http://inventabrasilnet.t5.com.br>. Acessado em 15/08/2005.

DE MONTE, M., NONNENMACHER, H., BRIGNON, N., ULLMANN, M., MARTIN, J.P. **A multivariate statistical analysis to follow the course of diseases after infection of cats with different strains of the feline immunodeficiency Virus(FIV).** *Journal of Virological Methods*, ELSEVIER. v. 103, p. 157-170, 2002.

DOHOO, I. R., DUCROT, C., FOURICHON, C., DONALD, A. AND HURNICK D. **An overview of techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies.** *Preventive veterinary medicine*, v. 29, p. 221-239, 1996.

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral. **Ministério das Minas Energia. Projeto RADAMBRASIL.** Rio de Janeiro, RJ., Porto Velho, RO; Brasil, 1978.

ESCOBAR, A. L. **Malária no Sudoeste da Amazonia: Uma meta análise.** Dissertação de Mestrado. Fundação Osvaldo Cruz – FIOCRUZ, Rio de Janeiro, RJ., 1994.

FERREIRA, P. **Glossário de doença: Malária.** Agência Fiocruz de Notícias – Saúde e ciências para todos. Disponível em: [www. Fiocruz.br](http://www.Fiocruz.br). acessada em 01/02/2006.

- FERREIRA, M. R. **A ferrovia do diabo: História de uma estrada de ferro na Amazônia.** Melhoramento, São Paulo, 1981.
- FONTAINE, H., GOURLET, Y. **Fatal Pedestrian accidents in France: A typological analysis.** Pergamon, v. 29, p. 303-312, 1997.
- FUNASA. **Manual de terapêutica da malária, Ministério da Saúde.** Brasília – DF, 2005.
- GATRELL, A. C., POPAY, J., THOMAS, C. **Mapping the determinants of health inequalities in social space: can Boudieu help us?** Health & Place, v.10, p. 245-257, 2004.
- GODOY, E. R., BRITO, M. C. C., ARNS, J. F. **O sistema de informação georeferenciada interagindo saúde e educação. Estudo de caso – Vila Torres, Curitiba/Pr.** COBRAC – Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC, Florianópolis – Outubro, 2004.
- GUINOT, C., LATREILLE, J., MALVY, D., PREZIOSI, P. GALAN, P. S. HERCBERG, S & TENEHAUS. **Use of multiple correspondence analysis and cluster analysis to study dietary behaviour: Food consumption questionnaire in the SU.VI.Max. cohort.** European Journal of Epidemiology. v. 39, p. 505-516, 2001.
- GREENACRE, J. M. **Graphical display and interpretation of antelope census data in Africa wildlife areas, using correspondence analysis.** Ecology society of America, v. 2, p. 984-997, 1984.

- GREENACRE, J. M. **Biplots in correspondence analysis.** Journal of Applied Statistic, v. 20(2), p. 251-269, 1993.
- GREENACRE, J. M. **Correspondence analysis of the Spanish Nacional health survey.** Gac. Sanit. v. 16, p. 160-170, 2002.
- GREENACRE, M. J. **Theory and applications of coorespondence analysis.** London academic Press, 1984.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população.** Rio de Janeiro, RJ., 2005.
- LEVACHER M, HULSTAERT F, TALLET S. **The significance of activation markers on CD8 lymphocytes in human immunodeficiency syndrome: staging and prognostic value.** Clin Exp Immunol. v. 90, p. 376-382,1992.
- LEBART, L.;MORINEU, A.; WARWICK, K. M. **Multivariate Descriptive Statistical Analysis.** New York, John Wiley & Sons, 1984.
- LIVSHITS, G., VAINDER, M., PAVLOVSKY, O., KOBLYANSKY, E. **Population Biology of human Aging: Ethnic and Climatic variation of bone age scores.** Human Biology. v. 68293-314, 1996.
- KACIAK, E. A., LOUVIERE, L. E. **A Multiple Correspondence Analysis of multiple choice experiment data.** Journal of Marketing research, v. 27(4), p. 455-465, 1990.
- KITRON, U. **Transmission and burden of vector-borne diseases.** Parasitology today, 324-325, 2000.

- MACHADO, R.L.D., D'ALMEIDA COUTO, A. A. R., CAVASINI, E. C. ; CALVOSA, V. S. P. **Malária em região extra-Amazônica: situação no Estado de Santa Catarina.** Revista da sociedade brasileira de medicina tropical, v. 36, p. 1-10, 2003.
- MARQUES, A. C. **Um estudo sobre a dispersão de casos de malária no Brasil.** Revista brasileira de malariologia e doenças tropicais,v. 12, p. 51-75, 1986.
- MEC-MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Referências curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico.** Educação Profissional, Área Profissional, 2000.
- MOORE, D. A. CARPENTER, T. E. **Spatial analytical methods and geographic information systems: Use in health research and epidemiology.** Epidemiologic Reviews, p. 143-161, 1999.
- PANAGIOTAKOS, D. B., PITSAVOS, C. **Interpretation of epidemiological data using multiple correspondence analysis and log-linear models.** Journal do data science, v.2, p.75-86, 2004.
- PAREDES, E. A. **Sistema da informação aplicada a sistemas de informação empresarial.** Érica, São Paulo, 1994.
- PFEIFFER, D. U., JACKSON, R., DE LISLE, G. W., COLLINS, D. M., MORRIS, R. S. **The use of genetic markers to clarify tuberculosis epidemiology.** The Kenia Veterinarian, v.18, p.293-295,1994.



- RAMSAY, M. A. E, MD. **Jonh Snow, MD: Anaesthetist to the Queen of England and pioneer epidemiologist.** Baylor university medical center proceedings, v. 19, p. 24-28, 2005.
- RHODES, H. R.; MYERS, D. E. **Correspondence analysis used in the evaluation of lakewater chemister in the adirondackes.** Journal of Chemometrics, v. 5, p. 273-290,1991.
- SANTOS, S. M., BARCELLOS, C., CARVALHOS, S. M., FLORES R. **Detectação de aglomerados espaciais de óbitos por causas violentas em Porto Alegre, Rio Grande Sul, Brasil.** Caderno de Saúde Publica, V. 17(5), p. 1147-1151, 2001.
- SEMPA - SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **Base Cartográfica do Plano Diretor de Porto Velho – RO,** 2003.
- SILVEIRA, A. C., REZENDE, D. F. **Avaliação da estratégia global de controle integrado da malária no Brasil.** Organização Panamericana de Saúde – OPAS, Brasília, 2001.
- SIMÃO, F.B. **Mapeamento de risco de malária na área urbana de Porto Velho – Ro, pela Krigagem Indicativa.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista – UNESP – Rio Claro – São Paulo, 2001.
- SOUZA-SANTOS, R., CARVALHO, M. S. **Análise da distribuição espacial de lavras de Aedes aegypti na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil.** Caderno de Saúde pública, v. 16(1), p. 31-42, 2000.

- SOPER, F.L. **Paris Green in the Eradication of Anopheles Gambiae: Brasil, 1940 Egypt, 1945.** Mosquito News, v. 26, p. 470-476, 1966.
- SKABA, A. D.; CARVALHO, M. S.; BARCELHOS C.; MARTINS, P. C.; TERRON, S.  
**L. Geoprocessamento de dados da saúde: o tratamento dos endereços.**  
Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 20(6), p. 1753-1756, 2004.
- SZWARCWALD, C. L. CASTILHO E. A. **Mortalidade por armas de fogo no estado do Rio de Janeiro, Brasil: Uma análise espacial.** Revista Panamericana de Salud Pública, v. 4(3), 1998.
- TRAMARIN, A., CAMPOSTRINI, S., TOLLEY, K., DE LALLA, F. **The influence of socioeconomic status on health service utilisation by patients with AIDS in norte Italy.** Elsevier Science, v. 45, p. 859-866, 1997.
- . VAN DER HEIJDEN, P., DE FALGUEROLLES, A., DE LEEUW, J. **A combined approach to contingency table analysis using correspondence analysis and log-linear analysis.** App.Stat. v.38, p.249-292, 1989.
- VALÊNCIA, L. I. O., FORTES, B. DE P. M. D. BRAGA, R. C. C., MEDRONHO, R. DE A. **Distribuição espacial da infecção por Ascaris lumbricoides.** Rev. Saúde Pública, vol.36(1), p.69-74, 2002.
- VANDENBROUCKE, J.P., EELKMAN ROODA, H.M.; BEUKERS. **Who made John Snow a hero?** American journal of epidemiology, v. 133(10), p. 967-973, 1991.
- VERHASSELT. Y. **Geography of health: Some trends and perspectives.** Social Science and Medicine, Lond, v. 36(2), p. 119-123, 1993.

WORBOYS, M. F. **Gis: A computing perspective**. Taylor and Francis, London, 1995.

WHITLARK, D. B. E SMITH, S. M. **Using correspondence analysis to map relationships**. Marketing Research; ABI/INFORM Global, v. 13(3), p. 22-27, 2001.

XLSTAT – AddinSoft SARL, 2003. Disponível em: <http://www.xlstat.com>. Acessado em 30/04/06.